



Hinc patriam sustinet

Instituto Superior de Agronomia
Universidade Técnica de Lisboa



Enriquecimento de polpas de frutos em inulina: polpas prebióticas

Luís Miguel Teixeira Calçarão

Dissertação para a obtenção de Grau de Mestre em

Engenharia Alimentar

Orientador: Professora Maria Isabel Nunes Januário

Co-orientador: Professora Margarida Gomes Moldão Martins

Júri:

Presidente: Doutora Maria Luísa Lopes de Castro e Brito, Professora Auxiliar do Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa.

Vogais: Doutora Margarida Gomes Moldão Martins, Professora Auxiliar do Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa;
Doutora Maria Isabel Nunes Januário, Professora Auxiliar do Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa;
Doutora Sara Maria Martins Beirão da Costa Teixeira de Barros, Professora Auxiliar Convidada do Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa;
Doutor António Eduardo Baptista Leitão, Investigador Auxiliar do Instituto de Investigação Científica Tropical.

Lisboa, 2012

Agradecimentos

Ao longo deste trabalho de investigação, tive o apoio de pessoas que merecem toda a minha gratidão pelo contributo activo no trabalho ou pela estabilidade emocional proporcionada. Primariamente queria agradecer a Deus, por todas as coisas que me tem proporcionado na vida, até agora tem sido óptimo!

O meu maior reconhecimento “terreno” vai para a minha orientadora Professora Isabel Januário por quem desenvolvi uma enorme admiração e respeito. Não se limitando a orientar uma dissertação, instaurou em mim uma enorme motivação nos momentos animicamente mais complicados e contagiou-me com os seus valores científicos, alargando amplamente os meus horizontes no contexto da investigação. A sua dedicação e apoio a este trabalho foram notáveis, algumas vezes em prejuízo da sua vida particular e pessoal. O seu apoio específico contribuiu em larga escala para a qualidade deste projecto.

A co-orientadora deste trabalho também merece o meu mais profundo respeito e admiração. A Professora Margarida Moldão Martins levou a cabo as suas funções de uma forma imaculada e fez sugestões, críticas, forneceu bibliografia e conselhos úteis, todos no sentido de promover a melhoria contínua deste trabalho. E também por me ter ajudado a lidar com o ““spray-dryer””.

Agradeço de igual forma às minhas colegas de projecto, também sob orientação da Professora Isabel, Joana Santos e Ana Carvalho, pela sua constante disponibilidade de entreatajuda, troca de ideias, sugestões e acima de tudo amizade, que foram também determinantes para a qualidade do meu trabalho.

Quero mostrar também a minha gratidão para com a Doutora Quina, pelo apoio prestado no decorrer da investigação, nomeadamente por disponibilizar a trituradora quando foi mais necessária. A Engenheira Cláudia também me auxiliou por diversas vezes, e forneceu dicas bastante importantes para a manutenção e correcto funcionamento do ““spray-dryer””, por isso também lhe agradeço.

Não poderia deixar de agradecer também ao Engenheiro Eduardo pelo auxílio e disponibilidade prestados nos ensaios de HPLC, tão importantes no meu trabalho. E às técnicas de laboratório Maria Júlia Barata e Graziela pela contribuição em alguns pontos do meu trabalho nomeadamente para a análise sensorial.

Gostaria de agradecer a todos os meus amigos, não só aos de longa data, mas também aos que me acompanharam durante todo o percurso académico, pelo espírito de

entreadajuda e companheirismo nos melhores e piores momentos, pelos quais também acabei por desenvolver enormes laços de amizade que de certeza perdurarão para toda a vida: João Pedro Figueiredo, Vítor Figueiredo, Roque Soares, Igor, Viviana, Andreia Noa, Bruno Sales, Diana Isa, Ana João, João Unas, Ricardo Torrado e por fim mas nunca menos importante à Joana Martins, por todo o apoio, amizade, carinho, compreensão e amor com que me brindaram ao longo deste percurso.

Por fim mas não por último quero agradecer à minha família, aos meus pais (os melhores do mundo) e aos meus avós Lourdes e Mário (igualmente os melhores) por todo o incentivo, carinho e alegrias, que me deram para que eu pudesse concluir o curso.

A todos um muito sincero e profundo Obrigado!

Resumo

Numa sociedade activa e moderna em que tudo se passa num ritmo frenético os alimentos convenientes e com atividade funcional surgem no contexto alimentar como “o futuro”. No presente estudo desenvolveu-se uma polpa de frutos enriquecida em prebióticos, inulina comercial e extracto de chicória. Numa primeira fase procedeu-se ao estabelecimento das condições de extracção aquosa da inulina de aparas de raiz de chicória e de secagem por “spray-dryer” dos extractos obtidos. Após verificar que os extractos apresentavam características sensoriais indesejáveis, efectuou-se o tratamento alcalino dos mesmos. Para avaliar qual o nível mínimo de incorporação de extracto apercebido nas polpas foi feita uma análise ao limiar de detecção: foram adicionadas a polpas de frutos concentrações baixas e crescentes de extracto e dadas a provar a um painel sensorial. Também foi feito um teste de ranking para perceber qual a concentração preferida de extracto e de inulina a adicionar às polpas. Houve ainda uma prova final incluindo o registo de todos os aspectos de relevo associados a um produto alimentar deste tipo. Concluiu-se que as polpas adicionadas de extracto apresentam um sabor estranho, mas que as polpas com inulina obtêm melhores resultados do que as polpas simples.

Palavras-chave: chicória, inulina, prebiótico, alimentos funcionais, polpas de fruta

Abstract:

In a modern and active society in which everything goes frenetically, functional foods appear in the food context as “the future”. In this recent study a fruit pulp enhanced with prebiotics, commercial inulin and chicory extract was developed. In the first phase of this study, began the process of establishing the aqueous extraction conditions of inulin from chicory root parings and the *spray-drying* of the obtained extracts. After checking that the extracts presented some unwanted sensorial characteristics, an alkalization was conducted. In order to evaluate the minimum level perceived of chicory extract incorporation in fruit pulps, a detection level analysis was made: high and low extract concentrations were added to the fruit pulps and given to prove a sensory panel. A ranking test was also made to understand the favorite inulin and extract concentration addable to the pulps. There was also a final test recording of all associated highlights to a related food product. In conclusion, the extract added pulps show a different and strange flavour but the pulps with inulin got better results than the normal ones.

Key words: chicory, inulin, prebiotic, functional food, fruit pulps

Extended Abstract:

In a modern and active society in which everything goes frenetically, functional foods appear in the food context as “the future”. These foods may be added with bioactive compounds such as vitamins, lipids (omega 3), antocianins, dietary fibers, etc. and can have an active role in the health maintenance, sustainability and reduction of diseases. Inulin, a carbohydrate, is a dietary fiber constituted by fructose monomers and a terminal glucose molecule bounded between them with glycosidic bounds. This macromolecule presents some quite interesting beneficial effects to the human organism, the principal of which being its prebiotic effect by selectively stimulating the growth of beneficial bacterial colonies in the lower intestine. Inulin is a natural polysaccharide that can be found in many vegetal species, however industrially it is preferably extracted from chicory (*Cichorium intybus* L.).

In this work it was accomplished the task of introducing inulin in fruit pulps formulations with the objective of obtaining an innovative food which combines the naturally healthy characteristics of the fruits with the prebiotic effect of inulin. For this purpose, inulin was laboratorially extracted from chicory root parings through a diffusion process in an aqueous medium. This method mainly extracts inulin but other naturally present components in the chicory root are extracted too, some of which also have beneficial properties to the balance of human health. Among these compounds there is a group - the sesquiterpene lactones - with interesting biological properties (including bactericidal effect) but particularly with a bitter flavour to the palate. For this sensory nature reason it was necessary to inactivate these molecules in order to be possible the addition of inulin-containing extract, without the bitterness previously detected. For this reason, an inactivation process of these lactones in liquid extract of chicory was conducted, based on a strong alkalization of the chicory extract by adding a strong base (NaOH). This procedure has proved to be highly effective in inactivating the sesquiterpene compounds and consequently in the elimination of the inherent bitterness. At the end the pH of the extract was raised to its original value (5.7 to 6) by the addition of a strong acid (HCl).

It was observed the effect of the alkalizing treatment in the possible degradation of the carbohydrate fraction of the extract and particularly in inulin. As so, HPLC methodology was mainly used. This technique allows a detailed characterization, starting from a small volume of a carbohydrate solution, of its sugar fraction. The obtained results show not only that there was no registration of any carbohydrates degradation in liquid extract of chicory but also indicates that there isn't any formation of new compounds, i.e., alkaline treatment affects exclusively sesquiterpene lactones, just as intended.

After checking that the aqueous extract of chicory met the eligibility requirements for the food industry the following step was to obtain a chicory extract powder, consisting mainly of inulin. This powder was obtained by water removal from the aqueous extract of chicory using an equipment called "*spray-dryer*". This device sprays the solution into microparticles and these are projected to a campanula where the temperature is above the boiling point of water: this way the evaporation of water in the extract occurs and consequently occurs the deposition of non-water extract compounds and a powder is created - the chicory extract powder, mainly inulin.

Inulin extracted from chicory root was then added to fruit pulps, which were subjected to sensory analysis, in what was the last stage of this work. After the conduction of preliminary tests to ascertain the optimal amounts of inulin (commercial and chicory extract) adding to the fruit pulps, they were prepared and evaluated for various parameters by a panel of trained analysts. The results of these analyzes indicate that inulin extracted from liquid extract only proves superior to less desirable commercial parameters (strange taste and aroma), similar in two parameters (sweet taste and color) and lower in sensorially relevant parameters (fruity, sour taste, overall evaluation and purchase intent). However, it should be noted that laboratory inulin extracted from chicory root is not pure, it contains other components with biologically interesting properties (namely minerals) so it would be interesting the development of more efficient treatment procedures of chicory extract leading to its bitterness removal without compromising both its composition in beneficial constituents nor their sensory acceptance.

Thus, given that the results of sensorial analysis of commercial pulps with added inulin have shown to be as good or even better accepted than pulps with no added inulin, an important conclusion emerges: that the prebiotic production of pulps (with inulin), is not only interesting from the nutrition and health point of view but is also feasible in terms of good consumer acceptance.

Key words: chicory, inulin, prebiotic, functional food, fruit pulps

Conteúdo

Índice de Tabelas	3
Índice de Figuras	4
1. Introdução	5
2. Inulina e frutooligossacáridos	6
2.1. Fontes de inulina	7
2.2. Solubilidade da inulina	8
2.3. Principais acções fisiológicas benéficas da inulina	8
2.4. Efeito prebiótico da inulina	9
2.5. Outras propriedades relevantes da inulina	11
2.6. Produtos alimentares enriquecidos em inulina	12
2.7. Dose diária recomendada da inulina	13
3. A chicória (<i>Cichorium intybus</i> L.) como fonte de inulina	13
3.1. Caracterização botânica da chicória	14
3.2. Composição da raiz de chicória	15
3.3. Métodos de extracção da inulina	16
4. Desenvolvimento de produto	17
5. Análise sensorial no desenvolvimento de produto	20
6. Desenvolvimento de polpas de frutos adicionadas de inulina	22
6.1. Material	22
6.1.1. Polpas de frutos	22
6.1.2. Inulina	23
6.2. Obtenção do extracto de chicória (inulina e FOS)	24
6.2.1. Ensaio preliminares de extracção	24
6.2.2. Obtenção do extracto primário	27
6.2.3. Tratamentos complementares do extracto primário de chicória	28
6.2.3.1. Tratamento alcalinizante	29
6.2.3.2. Secagem por spray-drying e obtenção do extracto em pó	31
6.3. Caracterização da componente glucídica do extracto de chicória	31
6.3.1. Determinação do teor de açúcares totais pelo método DNS	32
6.3.2. Caracterização da inulina presente no extracto de chicória por HPLC ...	33

6.4.	Polpas de fruta prebióticas. Estudos de incorporação de extractos de chicória	35
6.4.1.	Determinação do limiar de detecção	35
6.4.2.	Determinação da concentração de extracto preferida	36
6.4.3.	Caracterização sensorial das polpas prebióticas	37
6.4.4.	Tratamento estatístico de resultados	37
7.	Resultados e discussão.....	38
7.1.	Ensaio preliminares de extracção.....	38
7.2.	Obtenção do extracto de chicória	41
7.2.1.	Cálculo do rendimento de obtenção de extracto de chicória por spray-drying	41
7.2.2.	Caracterização da componente glucídica do extracto de chicória	42
7.2.2.1.	Determinação do teor de açúcares redutores e totais pelo método DNS	42
7.2.2.2.	Caracterização da inulina presente no extracto de chicória por HPLC	45
7.3.	Estudos de incorporação de extractos de chicória em polpas de fruta	47
7.3.1.	Determinação do limiar de detecção	48
7.3.2.	Determinação da concentração de extracto preferida.....	49
7.3.3.	Caracterização sensorial de polpas adicionadas de extracto de chicória e inulina comercial	52
8.	Conclusões	56
9.	Bibliografia	58
10.	Anexos	65

Índice de Tabelas

TABELA 1 - COMPOSIÇÃO EM INULINA E OLIGOFRUTOSE DE VEGETAIS COMUMMENTE USADOS NA ALIMENTAÇÃO HUMANA.....	7
TABELA 2 - DIFERENTES CONDIÇÕES DE EXTRAÇÃO AVALIADAS	27
TABELA 3 - VALORES DE BRIX ASSOCIADOS AO TEMPO DE PERMANÊNCIA DAS AMOSTRAS NO BANHO.....	38
TABELA 4 - TEOR DE HUMIDADE/MATÉRIA SECA DAS APARAS DE RAIZ DE CHICÓRIA PARA EXTRACÇÃO.....	39
TABELA 5 - VALOR DE BRIX ASSOCIADOS AOS ENSAIOS EFECTUADOS.....	40
TABELA 6 - VALORES DE DENSIDADE ÓPTICA OBTIDOS PARA AS SOLUÇÕES PADRÃO ANALISADAS	42
TABELA 7 - VALORES DE DENSIDADE ÓPTICA OBTIDOS PARA AS SOLUÇÕES ANALISADAS	43
TABELA 8 - RESULTADOS DA DETERMINAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO PREFERIDA DA ADIÇÃO DE EXTRACTO DE CHICÓRIA A POLPAS DE FRUTA	50
TABELA 9 - RESULTADOS DA DETERMINAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO PREFERIDA DA ADIÇÃO DE INULINA COMERCIAL A POLPAS DE FRUTA.....	50

Índice de Figuras

FIGURA 1 - ESTRUTURA QUÍMICA GENÉRICA DA INULINA	6
FIGURA 2 - DIAGRAMA REPRESENTATIVO DAS ZONAS DO INTESTINO ONDE A INULINA E FOS COM DIFERENTES GRAUS DE POLIMERIZAÇÃO SÃO ABSORVIDOS	11
FIGURA 3 – RAIZ DE CHICÓRIA INDUSTRIAL (<i>CICHORIUM INTYBUS</i> L.)	15
FIGURA 4 - PROCESSO INDUSTRIAL DE EXTRACÇÃO DE INULINA A PARTIR DE RAÍZES DE CHICÓRIA	17
FIGURA 5 - DIAGRAMA DO POSICIONAMENTO DOS ERLNMEYERS NO BANHO	25
FIGURA 6 – EQUIPAMENTO DE EXTRACÇÃO (BANHO TERMOESTATIZADO) COM A DISPOSIÇÃO DOS ERLNE MEYERS CONTENDO AS APARAS DE CHICÓRIA E ÁGUA	28
FIGURA 7 - ESTRUTURA QUÍMICA GENÉRICA DE LACTONAS SESQUITERPÉNICAS	29
FIGURA 8 - ACERTO DE PH NO TRATAMENTO ALCALINIZANTE	30
FIGURA 9 - A) EQUIPAMENTO DE SPRAY-DRYING; B) EXTRACTO DE CHICÓRIA EM PÓ NO EQUIPAMENTO; C) EXTRACTO DE CHICÓRIA EM PÓ EM FRASCO “SCHOTT”	31
FIGURA 10 - A) SOLUÇÕES PADRÃO ELABORADAS, B) TRÊS REPETIÇÕES PARA CADA CONCENTRAÇÃO	33
FIGURA 11 - DOSEAMENTO DOS AÇÚCARES REDUTORES (LIVRES E TOTAIS) DO EXTRACTO AQUOSO PELO MÉTODO DNS	33
FIGURA 12 - ESQUEMA TIPO DO FUNCIONAMENTO DE UM EQUIPAMENTO DE HPLC	34
FIGURA 13 - EQUIPAMENTO DE HPLC UTILIZADO NOS ENSAIOS	35
FIGURA 14 - DISPOSIÇÃO DAS POLPAS NUM TESTE PAREADO DE DETERMINAÇÃO DO LIMAR DE DETECÇÃO	36
FIGURA 15 - CURVA PADRÃO DOS AÇÚCARES REDUTORES	43
FIGURA 16 - COMPOSIÇÃO EM AÇÚCARES REDUTORES LIVRES E TOTAIS DE EXTRACTO COM E SEM TRATAMENTO ALCALINO	44
FIGURA 17 - DOSEAMENTO DE AÇÚCARES REDUTORES LIVRES POR HPLC	45
FIGURA 18 - DOSEAMENTO DE AÇÚCARES REDUTORES TOTAIS (EM EXTRACTO HIDROLISADO DE CHICÓRIA) POR HPLC	46
FIGURA 19 - COMPOSIÇÃO GLUCÍDICA COMPARATIVA DO EXTRACTO DE CHICÓRIA COM E SEM TRATAMENTO ALCALINO	47
FIGURA 20 - DETERMINAÇÃO DO LIMAR DE DETECÇÃO DE EXTRACTO DE CHICÓRIA EM POLPA DE FRUTA	48
FIGURA 21 - CARACTERIZAÇÃO SENSORIAL DE POLPA DE FRUTA SIMPLES E COM INULINA	53
FIGURA 22 - PROJECCÃO DAS VARIÁVEIS NO PLANO DEFINIDO PELAS DUAS PRIMEIRAS COMPONENTES PRINCIPAIS	54
FIGURA 23 - PROJECCÃO DAS AMOSTRAS NO PLANO DEFINIDO PELAS DUAS PRIMEIRAS COMPONENTES PRINCIPAIS	54
FIGURA 24 - DIAGRAMA DE CLUSTER DAS AMOSTRAS	55

1. Introdução

Os alimentos têm vindo nos últimos anos a desempenhar um papel cada vez mais relevante nas actuais sociedades desenvolvidas. Não se cingindo meramente a executar a função “alimentação” propriamente dita, presentemente os alimentos procuram fornecer aos consumidores mais-valias para o seu bem-estar físico e psicológico. Se antes apenas era possível encontrar nas superfícies comerciais alimentos na sua compleição mais básica, nos dias de hoje o consumidor tem acesso a um leque extenso de produtos com os mais variados aditivos que conferem ao alimento propriedades interessantes de diversos pontos de vista (nutricional, funcional, saúde, entre outros). É neste contexto que surge este trabalho e o estudo da adição de inulina a polpas de frutos.

A inulina é um polissacárido pertencente à classe das frutanas, constituída por monómeros de frutose com uma unidade de glucose terminal, todos ligados entre si por ligações glicosídicas. As suas acções no organismo são diversas, algumas ainda em estudo, mas a principal no contexto deste trabalho é o efeito prebiótico. Este efeito manifesta-se porque a inulina tem a capacidade de atravessar o tracto intestinal superior sem ser digerida e chega ao intestino grosso virtualmente intacta. Aí esta fibra alimentar solúvel é metabolizada por bactérias benéficas da flora intestinal, que por competição condicionam a proliferação de bactérias putrefactoras melhorando assim a função intestinal do hospedeiro e por consequência a sua saúde.

Industrialmente a inulina é extraída das raízes da chicória, uma planta bastante comum no território Português na sua forma selvagem, sendo a extracção industrial da inulina geralmente realizada por difusão aquosa a quente. A inulina existe naturalmente em diversos alimentos presentes numa alimentação equilibrada (alho, banana, cebola, ...) contudo a sua presença nestes alimentos não é significativa ao ponto de serem notórias as suas propriedades benéficas. É pois interessante o uso desta fibra como ingrediente alimentar, de forma a ser ingerida em quantidades mínimas para que se manifestem os seus efeitos.

Neste trabalho foi estabelecido que a inulina seria adicionada a polpas de frutos de modo a que se pudesse obter uma sobremesa saudável, com todas as propriedades da fruta e acrescida das propriedades prebióticas da inulina; de notar que na eventualidade deste alimento ser inserido no mercado esta seria uma excelente maneira de potenciar a utilização da maçã devido à sua elevada produção nacional, dinamizando assim este

segmento. O objectivo principal deste projecto foi portanto o estudo da viabilidade de incorporação de inulina em polpas de frutos, nomeadamente através da análise sensorial que se lhe encontra inerente. Para isto foram também necessárias etapas de extracção da inulina por difusão, inactivação de componentes sensorialmente mal aceites, análise química do extracto líquido e obtenção do pó de extracto de chicória – a inulina.

Assim, para além da pesquisa bibliográfica realizada sobre os diferentes aspectos relacionados com o tema em estudo, o presente trabalho inclui diversas etapas de natureza experimental, com vista a alcançar o objectivo estabelecido.

2. Inulina e frutooligossacáridos

A inulina é um glúcido de origem vegetal, não digerível, pertencente à classe das frutanas (polímeros de frutose) apresentando uma unidade de glucose terminal, com grau de polimerização que pode variar entre 2 e 60 unidades monoméricas (Figura 1). Constitui o glúcido de reserva de algumas espécies vegetais, nomeadamente da família Asteraceae, que integram uma dieta equilibrada como é o caso da banana, do alho, da chicória, da cebola, do trigo (farelo), da alcachofra, entre outros. Industrialmente a inulina é obtida a partir de raiz de chicória e é utilizada como ingrediente com propriedades funcionais e pelos seus benefícios tecnológicos. Em formulações alimentares tem a capacidade de melhorar determinadas características físicas e organolépticas dos alimentos, o que resulta num melhor paladar: é amplamente usada na estabilização de espumas e emulsões, exhibe comportamento lipídico quando usada sob a forma de gel em água, pode ser usada como agente gelificante, entre outras propriedades. Ainda assim novas potencialidades da inulina como ingrediente alimentar continuam a ser descobertas e é considerada cada vez mais um alimento/ingrediente de futuro numa indústria alimentar cada vez mais preocupada em produzir alimentos mais saudáveis e equilibrados.

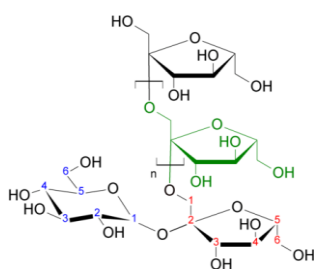


Figura 1 - Estrutura química genérica da inulina [1]

Paralelamente à inulina também existem os frutooligossacáridos (ou FOS), os quais também podem ser naturalmente encontrados na chicória, alho, cebolas, bananas e outras plantas, embora industrialmente sejam geralmente extraídos da raiz da chicória. Os FOS são normalmente obtidos a partir da hidrólise enzimática da inulina e têm geralmente um grau de polimerização menor que 9 (Oliveira *et al*, 2004).

2.1. Fontes de inulina

A inulina é um polissacárido natural sintetizado por algumas espécies vegetais onde constitui uma reserva de glúcidos para a planta metabolizar em determinadas circunstâncias. De entre as espécies vegetais mais proeminentes neste capítulo destaca-se a chicória (*Cichorium intybus*), cuja raiz é utilizada para a extração industrial de inulina, mas existem muitas outras espécies que contêm inulina, como o alho (*Allium sativum*), a cebola (*Allium cepa*), a bardana (*Arctium lappa*), o agave (*Agave spp.*), o yacon (*Smallanthus sonchifolius spp.*), o tupinambo (*Helianthus tuberosus*), a erva-de-são-joão (*Artemisia vulgaris*), o dente-de-leão (*Taraxacum officinale*), a banana (*Musa acuminata*) entre outras.

A utilidade da inulina na alimentação humana manifesta-se sobretudo devido às suas propriedades prebióticas; contudo as quantidades deste composto glucídico ingeridas pela maioria da população não são significativas para este efeito se manifestar. Isto acontece porque, apesar da inulina existir em alguns dos alimentos incluídos numa dieta equilibrada, as suas quantidades são reduzidas, como pode ser averiguado na tabela 1:

Tabela 1 - Composição em inulina e oligofrutose de vegetais comumente usados na alimentação humana (Van Loo, 1995; [6])

Fonte vegetal	Parte da planta	Conteúdo em matéria seca (%)	Conteúdo em inulina na matéria fresca (%)	Conteúdo em oligofrutose (%)
Yacon	Raiz	13-31	3-19	3-19
Alho	Bolbo	40-45	9-16	3-6
Banana	Fruta	24-26	0,3-0,7	0,3-0,7
Cebola	Bulbo	6-12	2-6	2-6
Chicória	Raiz	20-25	15-20	5-10
Alcachofra	Folha/Coração	14-16	3-10	<1

Como é possível verificar os alimentos mais vulgarmente consumidos numa dieta normal e que contêm inulina não são particularmente ricos neste componente; surge então a necessidade de criar alimentos adicionados de inulina e consequentemente que possam fazer transparecer todos os seus benefícios. Deste modo será possível o acesso do consumidor final a este tipo de glúcidos cujas propriedades melhorarão significativamente o seu metabolismo.

2.2. Solubilidade da inulina

A solubilidade da inulina em água está directamente relacionada com o seu grau de polimerização médio (GPm), quanto mais longas forem as cadeias menor será a sua solubilidade (Lattanzio *et al.*, 2009), e com a temperatura a que o solvente se encontra. Cadeias de inulina com um GPm de 12 apresentam uma solubilidade de cerca de 6% se o solvente aquoso se encontrar a 10°C; contudo se a temperatura da água atingir os 90°C a sua solubilidade cresce até 35% (Toleni *et al.*, 2008).

Devido à sua fraca solubilidade a temperaturas baixas, as soluções concentradas de inulina quando são refrigeradas ou congeladas tendem a registar um evidente processo de separação de fases (Silva, 1996).

2.3. Principais acções fisiológicas benéficas da inulina

São diversas as acções benéficas que a inulina poderá ter para o organismo humano. Um dos efeitos benéficos que a ingestão de inulina ou de FOS poderá ter é a diminuição da absorção intestinal da glucose [8]. Estudos estão a ser desenvolvidos nesta área a fim de permitir um melhor conhecimento de todo o processo envolvido; contudo o mecanismo total ainda não é completamente conhecido, apenas se sabe que a presença de inulina/extracto de chicória causa um decréscimo na absorção intestinal de glucose ao nível do jejuno, possivelmente devido ao aumento da viscosidade na mucosa intestinal (Kim & Shin, 1996). Este efeito sugere que produtos alimentares adicionados de extracto de chicória, por exemplo o chá, seriam benéficos tanto para indivíduos saudáveis como para diabéticos. Gaafar *et al.* (2010) utilizaram inulina extraída de tupinambo (*Helianthus tuberosus*) na alimentação de ratinhos diabéticos (com diabetes induzida) em concentrações

entre 10 e 15%, resultando numa redução significativa dos níveis totais de glucose, colesterol e triglicéridos comparativamente ao grupo de controlo. Outros estudos sugerem que as fibras dietéticas podem modelar a resistência à insulina e a homeostasia da glucose em cães, sendo contudo a sua eficácia dependente da sua origem, propriedades físicas e fermentabilidade no intestino grosso (Respondek *et al.*, 2008). Segundo estudos efectuados por estes autores, a adição de 1% de FOS à dieta de cães obesos promove a diminuição da resistência à insulina e modula a transcrição de genes envolvidos no metabolismo de ácidos gordos e da glucose.

Inclusivamente, existem estudos que estabelecem uma relação positiva entre a ingestão de frutanas como a inulina e a biodisponibilidade de cálcio (Ca) para os ossos, o que poderia constituir um passo bastante sólido na prevenção/tratamento da osteoporose. Estudos recentes indicam que o efeito combinado da inulina e de isoflavonas poderá ter a capacidade potencial de manutenção ou de regeneração da massa óssea, mediante o controlo da biodisponibilidade de fito estrogénios (Coxam, 2005).

Também é credível que a ingestão de frutanas melhore os sintomas de aterosclerose. Estudos feitos em ratinhos de laboratório (Rault-Nania *et al.*, 2006) informam que os ratos (deficientes em apolipoproteína E, uma proteína que liga lípidos formando uma lipoproteína) com alimentação suplementada de inulina de cadeia longa ou de inulina enriquecida com oligofrutose apresentavam, respectivamente, menos 35 e 25% respectivamente menos lesões ateroscleróticas quando comparados com o grupo de controlo. Este tipo de alimentação reduziu ainda as concentrações de colesterol e de TAG (triacilglicerol) no plasma sanguíneo.

2.4. Efeito prebiótico da inulina

Um dos motivos mais relevantes pelo qual a ingestão de inulina e de outros compostos similares como os FOS é tão importante são as suas propriedades bioactivas (prebióticas), reconhecidas há muito pela comunidade científica. Por definição (Kolida *et al.*, 2002), um alimento para ser considerado prebiótico tem de verificar os seguintes requisitos:

1. Não ser hidrolisado nem absorvido pelas paredes intestinais na parte superior do tracto intestinal;

2. Ser selectivamente fermentado por uma ou mais espécies bacterianas com efeitos potencialmente benéficos para o correcto funcionamento do cólon (nomeadamente bifidobacterias e bactérias lácticas) e cujo crescimento é estimulado tornando-as metabolicamente activas;
3. Contribuir para a modificação da biodiversidade de espécies bacterianas constituintes da microflora existente no tracto intestinal, no sentido de promover o crescimento das espécies mais benéficas (probióticas) e consequentemente por competição, o decréscimo das espécies prejudiciais (bactérias patogénicas).

Deste modo é possível perceber que quando ingeridos, tanto a inulina como os FOS, contribuem de uma forma positiva para a saúde do hospedeiro. Por sua vez os probióticos são microrganismos vivos que quando presentes em quantidades adequadas, “proporcionam efeitos benéficos ao equilíbrio e às funções fisiológicas da microbiota intestinal” (Fuller, 1992). A interação entre probióticos e prebióticos resulta num efeito simbiótico superior aos efeitos individuais de pré e probióticos, o que se revela extremamente benéfico ao funcionamento do tracto gastrointestinal.

Tanto os FOS como, num maior grau, a inulina têm a capacidade de actuar como prebióticos devido ao facto de conseguirem chegar virtualmente intactos ao tracto gastrointestinal médio e inferior. Moléculas de menores dimensões tendem a ser mais rapidamente fermentadas no início do intestino grosso, enquanto moléculas de maiores dimensões são mais lentamente fermentadas e percorrem uma distância maior. As moléculas de FOS são relativamente pequenas (grau de polimerização <10); a inulina apresenta-se como uma molécula de maiores dimensões. Portanto, quanto maior for o comprimento da cadeia mais lenta é a fermentação, e consequentemente maior será o efeito prebiótico. A figura 2 ilustra a influência do grau de polimerização na absorção destes componentes nas diferentes regiões intestinais:

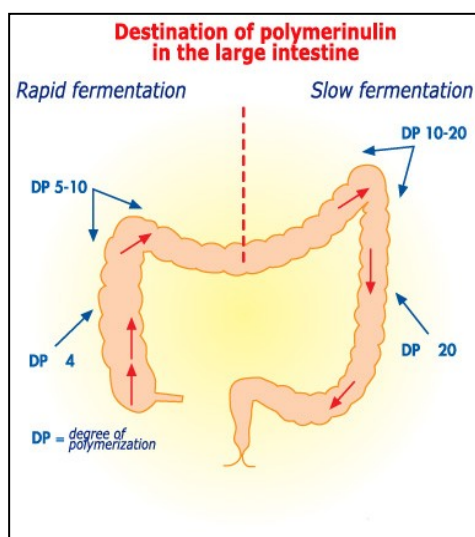


Figura 2 - Diagrama representativo das zonas do intestino onde a inulina e FOS com diferentes graus de polimerização são absorvidos (Barreiros, 2009)

Maertens *et al.* (2004) estudaram este processo através da adição de 2% de inulina ou de oligofrutose à alimentação de coelhos com nove semanas de idade. Depois de dez dias com esta alimentação os coelhos foram mortos para se proceder à análise do seu conteúdo intestinal. Nos coelhos que foram alimentados com ração de controlo não foi detectada a presença de frutanas $\beta(2-1)$ ao nível do intestino delgado (íleo); contudo os coelhos alimentados com ração acrescentada de inulina ou FOS apresentavam taxas de degradação mais baixas (49,2% e 35,3% respectivamente). Contudo ao nível do intestino grosso (ceco) e da matéria fecal de todos os coelhos, incluindo os alimentados com inulina e FOS, não foram detectados quaisquer tipos de frutanas o que confirma a sua completa fermentação pela flora microbiana aí localizada e consequentemente o seu efeito prebiótico.

2.5. Outras propriedades relevantes da inulina

A inulina é também bastante importante na indústria alimentar, onde é utilizada como ingrediente para a preparação de diversos produtos. O seu uso e as suas funcionalidades vão ser condicionados pelo respectivo grau de polimerização. Polímeros que apresentem menos de dez unidades, os FOS, podem ser utilizados como adoçante, aqueles que apresentam mais de dez unidades não apresentam propriedades adoçantes e são usados

para melhorar a textura dos alimentos em substituição de matérias lipídicas, como espessante, gelificante, entre outros efeitos tecnologicamente interessantes para a indústria alimentar. Por sua vez os FOS de cadeia mais pequena são utilizados essencialmente como fibra alimentar solúvel, com propriedades prebióticas idênticas às da inulina, mas sendo geralmente absorvidos mais cedo no cólon (Barreiros, 2009).

2.6. Produtos alimentares enriquecidos em inulina

Tal como foi anteriormente referido o principal objectivo do presente estudo é a investigação da viabilidade do enriquecimento em inulina ou FOS de polpas de frutos pobres nestes componentes e produzir deste modo um alimento com alto valor, benéfico à saúde e sensorialmente agradáveis ao consumidor. A ideia seria portanto trabalhar polpas de frutos sensorialmente bem aceites pelo consumidor e industrialmente versáteis (como a maçã ou a pêra) a fim de dotá-las com um prebiótico capaz de melhorar as funções intestinais do consumidor final e diminuir a acção glicémica dos açúcares dos frutos.

A adição de inulina e de FOS a determinados alimentos realça o seu sabor e textura, promove a estabilidade e a aceitabilidade de alimentos pobres em calorias; em quantidades adequadas, podem ser utilizados para enriquecimento de alimentos sem nenhum prejuízo a nível organoléptico e dado que não são digeridos na parte superior do tracto gastrointestinal tem um reduzido valor calórico e não provocam a secreção de insulina (Niness, 1999), permitindo obter produtos alimentares inovadores e salutareos (sobremesas, molhos, guarnições, entre outros).

Sendo os alimentos prebióticos um nicho de mercado emergente, já é possível na actualidade encontrar à disposição do consumidor uma grande diversidade de alimentos adicionados de inulina e FOS, que além deste efeito possuem outras propriedades interessantes do ponto de vista da indústria alimentar [7]. Como exemplo, podem referir-se pão, barras de frutos (Megala & Hymavathi, 2011), gelados, iogurtes, bebidas não alcoólicas, bolos e até salsichas chinesas (Huang, Tsai & Chen, 2011) sendo estes sensorialmente bem aceites em geral e não lhes sendo detectadas grandes diferenças relativamente às formulações originais.

2.7. Dose diária recomendada da inulina

No sentido de produzir polpas de frutos adicionadas de inulina faz todo o sentido saber qual a quantidade mínima de inulina em que esta se torna biologicamente activa, bem como a dose diária recomendada para este polissacárido. Os conhecimentos que actualmente existem sobre as propriedades nutricionais da inulina e da oligofrutose refletem alguns anos de atividade de pesquisa intensiva. Geralmente considera-se que as quantidades mínimas de inulina admissíveis para ingestão diária por um adulto saudável são:

- 5 gramas/dia para manifestação do efeito prebiótico (Bouhnik *et al.*, 2007);
- 8 gramas/dia optimização da função intestinal (fibra solúvel) [4];
- 10-20 gramas/dia para resolução de casos de prisão de ventre e para um funcionamento saudável do intestino [5].

A ingestão de inulina ou oligofrutose é cumulativa e pode vir de diversos produtos alimentares como cebolas, alho-porro, trigo, alho, banana, entre outros; por esse motivo e na eventualidade de ser viável a inserção de uma alimento adicionado de inulina nos hábitos alimentares contemporâneos, não seria complicado conseguir obter diariamente os níveis recomendados.

3. A chicória (*Cichorium intybus* L.) como fonte de inulina

A chicória (*Cichorium intybus* L.) é uma planta perene e bienal que pertence à família Asteraceae. Esta planta contém um avultado número de compostos com propriedades benéficas para o Homem, entre os quais se destaca a inulina (cujo teor é de cerca de 20%) mas também compostos voláteis como monoterpenos e sesquiterpenos, cumarina, esculina, flavonoides e vitaminas. Além destes componentes estão presentes outros compostos que podem conduzir a uma actividade antimicrobiana (Nandagopal & Kumari, 2007). A composição bioquímica da chicória e a bioactividade fisiológica dos seus extratos dão a esta raiz uma grande versatilidade, fazendo com que exista um grande potencial de utilização.

Actualmente a raiz de chicória pode ser usada como forragem (visto ser um vegetal com uma grande digestibilidade), como aditivo em produtos de confeitaria, na produção de bebidas de pequeno-almoço (sucedâneos de café), no desenvolvimento de produtos inovadores como alimentos funcionais, aditivos de origem biológica e muitos outros bio produtos rentáveis. Contudo e apesar de todos os estudos actualmente existentes ou em elaboração sobre esta temática, ainda existe muita informação por trabalhar nomeadamente ao nível das propriedades farmacológicas desta planta (Quanzhen & Jian, 2011).

3.1. Caracterização botânica da chicória

A chicória (*Cichorium intybus* L.) pertence ao género botânico *Cichorium* que se inclui na família Asteraceae/Compositae, que é a maior família de plantas de flor. As espécies desta família conseguem sobreviver nas mais diversas condições ecológicas (desde as regiões tropicais e subtropicais até às temperadas) e incluem muitas espécies de valor biológico e comercial. A chicória pode ser selvagem ou cultivada para fins industriais.

A chicória selvagem é uma planta silvestre, perene, e com um período de floração entre Junho e Setembro. Cresce preferencialmente em solos calcários onde haja uma temperatura suficientemente elevada para fornecer à raiz as condições de crescimento ideais e é bastante comum nas bermas das estradas e em zonas rurais. É uma espécie nativa da Europa, tendo sido levada no século XVI para a América do Norte e Austrália, onde se naturalizou e propagou. A chicória é facilmente reconhecível pelas suas pequenas flores de coloração azul intenso e também pelos seus caules angulosos. Esta planta é geralmente muito ramificada, com caules erectos mas flexíveis que apresentam sulcos e podem atingir até noventa centímetros de altura. Estes caules podem ter as mais variadas colorações do verde ao castanho avermelhado e são praticamente desprovidos de folhas.

A chicória industrial, obtida por melhoramento da espécie selvagem, tem um ciclo vegetativo de dois anos mas é geralmente colhida no primeiro ano. É neste ano que se formam as raízes e as folhas basílares, dispostas em roseta num caule curto, podendo ser prostradas, semi-erectas ou erectas. No segundo ano a planta produz um caule florífero ramificado, estando as flores, liguladas e de cor azul, agrupadas em capítulos, cada um com 15 a 20 flores; os seus frutos são aquénios de cor branca (Ryder, 1979; Deprez *et al.*, 1994; Frese, 1997; citado em Januário, 1999). A raiz, parte da planta com interesse para a indústria, emite uma raiz fusiforme chegando a atingir entre 25 e 30 cm, de cor branca, tenra

e contendo um suco leitoso, amargo e tónico. Tem um aspecto bastante semelhante à raiz da beterraba sacarina mas mais pequena (De Baynast e Renard, 1994; citado em Januário, 1999).



Figura 3 – Raiz de chicória industrial (*Cichorium intybus* L.) [2]

A *Cichorium intybus* L., conforme as regiões do globo onde se desenvolveu, originou diversas sub-espécies que actualmente são cultivadas, todas vulgarmente chamadas chicórias e com o mesmo nome científico, o que traz alguma confusão. Com a designação de chicória são cultivadas espécies destinadas ao consumo das folhas muito nutritivas e com baixas calorias, podendo estas ser consumidas em saladas ou cozinhadas devendo ser consumidas enquanto as plantas são jovens. A endívia de folha lisa e o *radicchio* são exemplos de chicórias utilizadas na alimentação. Contudo, a cultura de chicória ainda é maioritariamente destinada à produção industrial de sucedâneos de café (moagem e torra da raiz) e de inulina (difusão) e partir das raízes da espécie *Cichorium intybus* var. *sativum*.

3.2. Composição da raiz de chicória

A composição da raiz de chicória depende de diversos factores, mas genericamente poder-se-á considerar que as raízes frescas de chicória contêm um teor de água entre 70 e 80%, o que corresponderá a uma matéria seca compreendida entre 20 e 30%. Desta matéria seca cerca de 11% correspondem a sólidos insolúveis (como proteínas, fracções peptídicas e celulose) e 89% a sólidos solúveis. Destes últimos fazem parte a componente

glucídica (que inclui frutose, glucose, sacarose e inulina) e alguns outros compostos, entre os quais diversos elementos minerais com interesse nutricional (Januário, 1999). De Baynast e Renard (citados em Januário, 1999) admitem que o teor de matéria sólida extraível com água pode chegar aos 80% da matéria seca existente na raiz de chicória.

3.3. Métodos de extracção da inulina

Como foi anteriormente referido existem diversas espécies vegetais que acumulam inulina como hidrato de carbono de reserva, embora industrialmente a inulina seja extraída principalmente da raiz de chicória (*Cichorium intybus* L.) uma vez que esta é bastante rica neste polissacárido comparativamente com outras plantas e bastante fácil de processar industrialmente. O processo industrial de extracção mais convencional é bastante semelhante à extracção da sacarose das raízes da beterraba sacarina, ou seja, a extracção ocorre em água quente (difusão) e seguidamente há uma fase de purificação que pode ser feita por vários métodos (por exemplo o uso de resinas de troca iónica ou filtração); a fase seguinte é uma evaporação com o objectivo de concentrar a inulina extraída através da remoção de água. Por fim há uma etapa de secagem por atomização de onde se obtém a inulina como produto final. Já os FOS provenientes de chicória são obtidos por hidrólise enzimática da inulina extraída da raiz de chicória mediante o uso de endo-inulinases, seguindo-se-lhe geralmente uma etapa de spray-drying ou de liofilização. Um esquema do processo global é apresentado no seguinte diagrama:

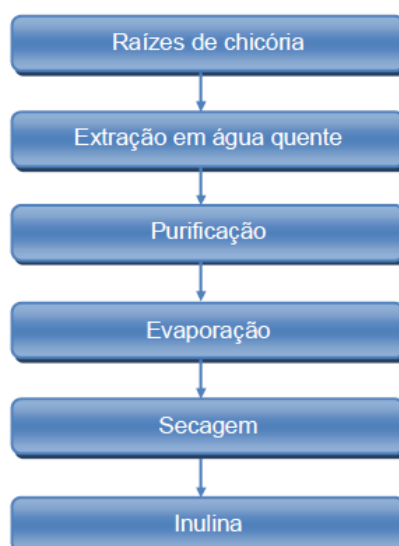


Figura 4 - Processo industrial de extracção de inulina a partir de raízes de chicória - Fonte: Franck (2002)

Apesar desta metodologia ser a mais utilizada actualmente, os custos que lhe estão associados ainda são bastante elevados principalmente devido às fases de concentração e de secagem; por esta razão estão em desenvolvimento processos alternativos de recuperação da inulina de matrizes vegetais, como os ultrassons de alta intensidade (Milani *et al.*, 2011) e a extracção com dióxido de carbono supercrítico. Este último processo baseia-se nas propriedades que o CO₂ adquire em estado supercrítico, que no fundo é uma combinação de propriedades do CO₂ enquanto líquido e gás individualmente: no estado supercrítico (condições de temperatura e pressão ideais: 40°C e 150 bares durante 2 horas de extracção (Mendes *et al.*, 2005)) o dióxido de carbono adquire os níveis ideais de solubilidade e difusibilidade na matriz vegetal; contudo os resultados de extracção obtidos não demonstram ter um rendimento eficaz, especialmente quando comparados com os rendimentos da extracção por difusão.

A chicória de onde é extraída a inulina é, *per si*, um material bastante perecível e por essa razão em determinadas situações a raiz de chicória é seca o que permitirá uma melhor conservação por longos períodos de tempo. Este processo é realizado de forma a envolver apenas a perda de água da raiz de chicória (diminuindo assim o valor de a_w do produto e prevenindo ou retardando processos deteriorativos impostos por microrganismos), mantendo-se os restantes componentes (Park *et al.*, 2007).

4. Desenvolvimento de produto

O propósito primordial de todo o trabalho desenvolvido neste estudo é, como foi referido anteriormente, o desenvolvimento de um produto alimentar que se pretende que tenha actividade funcional no organismo. Uma vez que a inulina é uma fibra alimentar solúvel e que actua como prebiótico no intestino humano resolveu-se adicionar este polissacárido a polpas de frutos, de forma a produzir uma sobremesa que pudesse contribuir de forma efectiva, nomeadamente para o melhoramento das funções intestinais.

Todos os seres vivos se alimentam e o Ser humano não constitui uma excepção. Os alimentos são consumidos pelo Homem com a finalidade de satisfazer necessidades fisiológicas e/ou psicológicas; contudo o que geralmente acontece é uma dicotomia na percepção dos produtos alimentares disponíveis no mercado: as indústrias alimentares definem como produto alimentar básico aquele que tem associado embalagem, estética, marca, preço e publicidade, enquanto os consumidores percebem o produto como um conjunto de benefícios tangíveis e intangíveis relacionados com as suas necessidades, desejos e comportamentos. Um produto inovador terá então alguma(s) diferença(s) nas suas funções básicas e apresentação estética, porém os consumidores tendem a compará-lo com os produtos "antigos" e com produtos concorrentes, e caso reconheçam a diferença consideram-no então como um produto novo para eles (Schaffner et al., 1998).

Actualmente a competitividade das empresas assenta maioritariamente na capacidade de inovação que cada uma apresenta, e esta revela-se um factor cada vez mais fundamental para o êxito a longo prazo e sobrevivência das empresas. É mediante o desenvolvimento de novos produtos que a organização empresarial se adapta, diversifica, rejuvenesce ou reinventa de forma a coadunar-se às condições variantes da tecnologia e do mercado (Patterson, 1998; Rozenfeld & Silva, 1998; Calantone et al., 2002).

Segundo Rozenfeld & Silva (1998), o desenvolvimento de novos produtos conduz a um crescimento da competição entre as empresas e a um mercado cada vez mais favorável ao consumidor. Para que isto aconteça é necessário que se verifique um incremento da qualidade do produto, a redução do tempo para que o produto chegue ao mercado, a redução dos custos de desenvolvimento do produto e a diminuição do seu preço final no mercado.

Em conclusão, a inovação gera sustentação e rentabilidade para as empresas a médio/longo prazo. Loch (2000) e Cooper *et al.* (1999) justificam a necessidade de inovação em grande parte pela globalização e intensificação da concorrência, que fez com que as empresas procurassem alargar e diversificar os seus stocks de produtos de modo a tornarem-nos mais atractivos para os seus clientes e deste modo manter a sua fidelidade.

Mas nem sempre foi assim e ao longo do tempo a envolvimento económica tem sofrido mudanças significativas. Após o fim da Segunda Guerra Mundial, em meados da década de quarenta do século XX, as empresas concentraram as suas estratégias na inovação e em fortes campanhas de marketing; nos anos setenta o objectivo prioritário passou a ser a produção massiva e as empresas líderes em baixos custos dominavam o mercado. No início da década de oitenta surgiram numerosas técnicas importadas do Japão que reduziram ainda mais os custos. Neste contexto socioeconómico as empresas líderes apresentavam uma vantagem competitiva face às demais com base em dois factores: variedade com um custo reduzido e tempo de resposta reduzido. Estas capacidades permitiram-lhes não só reduzir os custos dos seus produtos como também oferecer uma vasta gama ao consumidor, aceder a novos nichos de mercado e incrementar, em pouco tempo, a satisfação tecnológica dos seus produtos. Segundo Nunes (2004), surge assim uma nova forma de competir no mercado, que se baseia na rapidez de resposta às necessidades do mercado e em que se exige o bom aproveitamento do tempo. Este autor considera ainda que uma das principais preocupações das empresas actuais deve ser criar e desenvolver novos produtos num reduzido espaço de tempo, para que estes estejam quanto antes disponíveis no mercado e se destaquem face à concorrência.

Actualmente e cada vez mais o consumidor além da função nutritiva dos produtos alimentares também enfatiza bastante a sua implicação na saúde. Se num passado não muito distante o fornecimento de calorias sob a forma de alimentos dominou a indústria alimentar durante muitos anos, nos últimos tempos tem-se dado prioridade à redução das calorias fornecidas. Se os produtos existentes nas mercearias no início do século XX eram pão, manteiga e margarina, açúcar, doces, bacon, banha, entre outros, ou seja alimentos com elevada carga energética (Deutsch, 1977), no final do século XX e primórdios do século XXI os supermercados passaram a vender mais produtos alimentares “diet”, com baixo teor calórico e mais focalizados num estilo de vida saudável. Ainda mais recentemente surgiu um novo ramo de produtos alimentares: começaram a surgir nas superfícies comerciais alimentos com nutrientes essenciais para o crescimento acrescentados de aditivos para prevenção ou mesmo cura de doenças – os alimentos nutracêuticos ou funcionais (Sloan, 1999).

No início estes alimentos funcionais surgiam quase exclusivamente em lojas de alimentos dietéticos mas pouco tempo depois começaram a expandir-se para os supermercados. Ainda hoje a definição de alimentos funcionais não reúne consenso. Alldrick (1997) define estes alimentos nutracêuticos como produtos alimentares processados que contêm ingredientes que ajudam o organismo em funções corporais específicas, para além de serem nutritivos. Já Platzman (1999) refere que consistem em alimentos que incorporam

produtos potencialmente saudáveis, incluindo qualquer alimento modificado ou ingredientes alimentares que podem proporcionar um benefício para a saúde para além dos nutrientes que naturalmente possuem.

5. Análise sensorial no desenvolvimento de produto

No desenvolvimento de produtos alimentares a análise sensorial assume um papel relevante. De acordo com o projecto de Norma Portuguesa 4263 (1994), Análise Sensorial ou Exame Organoléptico pode ser definido como o “exame das características organolépticas de um produto pelos órgãos dos sentidos”, sendo que a designação organoléptica “qualifica uma propriedade de um produto perceptível pelos órgãos dos sentidos” (Noronha, 2003). Segundo o mesmo autor e de acordo com fontes diversas, análise sensorial é “a análise de alimentos e outros materiais utilizando os sentidos” ou “a definição e medida de um modo científico dos atributos do produto apercebidos pelos sentidos: vista, ouvido, cheiro, sabor e tacto”, e ainda “uma técnica cujo objectivo é a determinação das propriedades sensoriais ou organolépticas dos alimentos, isto é, a sua influência sobre os receptores sensoriais cefálicos antes e após a sua ingestão e a investigação das preferências e aversões pelos alimentos determinadas pelas suas propriedades sensoriais”.

Segundo Noronha (2003) a análise sensorial procura responder a três questões fundamentais à elaboração de novos produtos: contribui para a descrição e/ou discriminação de produtos e questões hedónicas.

No que respeita os **testes descritivos**, levados a cabo por painéis analíticos, permitem responder a:

- A que é que sabe o produto? Quais são as suas características sensoriais apercebidas?
- De que modo a qualidade do produto difere de outro produto?

Os **testes de discriminação** dão resposta a questões como:

- Será que o consumidor nota a diferença? Será que o consumidor detecta isto?
- Quantos consumidores detectariam esta diferença? Estes produtos são diferentes? Qual a magnitude da diferença? Será que isto é igual áquilo?

Os **testes hedónico ou preferenciais**, realizados com painel de consumidores, permitem dar respostas a questões de carácter hedónico:

- Quantas pessoas gostam deste produto? O produto é aceitável? Este produto é tão bom como o concorrente? Será que este produto é melhor que o anterior? Quais são as características mais apetecidas? Será o preferido pelo consumidor?

6. Desenvolvimento de polpas de frutos adicionadas de inulina

Como referido anteriormente este projecto visava a produção de polpas de fruta sensorialmente agradáveis e adicionadas de inulina. Atendendo a que a chicória é uma fonte por excelência deste tipo de glúcidos, esta foi considerada a fonte natural. Assim, o trabalho experimental desenvolveu-se em 3 fases consecutivas:

- Obtenção de extractos de chicória, de características apropriadas e sensorialmente aceites por painel de provadores;
- Análise da fracção glucídica dos extractos líquidos (método do ácido 3,5 – dinitrosalisílico (DNS) e cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC));
- Estudo dos níveis de incorporação do extracto e de inulina comercial em polpa de fruta.

6.1. Material

Este trabalho debruçou-se sobre três materiais biológicos principais: a **raiz de chicória**, a **inulina** (comercial e em extracto) e as **polpas de frutos**. A sua relevância para o presente estudo justifica-se facilmente: o foco principal de estudo foi indubitavelmente a inulina e a possibilidade da sua adição a polpas de frutos. Atendendo a que a inulina é industrialmente extraída das raízes de chicória, entendeu-se importante incluir a chicória como material biológico a utilizar no presente estudo. Seguidamente estes materiais serão abordados de uma forma mais desenvolvida.

6.1.1. Polpas de frutos

A inulina obtida por extração a quente a partir das aparas das raízes de chicória e a inulina comercial destinaram-se a ser adicionadas a formulações de polpas de frutos, sendo deste modo possível a obtenção de um alimento inovador, natural, saudável e acrescido com as propriedades bioactivas da inulina.

As formulações de polpas utilizadas neste processo foram pensadas para constituírem um complemento a um regime alimentar equilibrado, sob a forma de uma sobremesa. Como

tal, para a formulação das polpas foram utilizados frutos que poderiam facilmente ser utilizados como sobremesa e que quando misturados não resultassem num produto com inconformidades de sabor ou de textura. A escolha recaiu sobre a maçã (*Malus domestica* var. fuji) e o ananás (*Ananas comosus*), respectivamente nas proporções 55% e 45%. Para a elaboração das polpas, os frutos foram previamente lavadas com água, descascadas e descaroçadas, ficando apenas a polpa propriamente dita. Estas polpas foram colocadas num robô de cozinha com misturador (velocidade 9, durante 45 segundos), resultando assim uma mistura homogénea posteriormente colocada em sacos de plástico específicos e termoselados. Por fim estes sacos são refrigerados no abatedor de temperatura (até aos 3°C.) e congelados para futuramente se proceder á adição da inulina (comercial e produzida).

Foram seleccionadas as polpas de base maçã e ananás por se tratar de polpas que apresentam boa estabilidade de cor, visto que não são tão facilmente oxidáveis como outras.

6.1.2. Inulina

Apesar de a composição da matéria seca na raiz de chicória ser maioritariamente inulina (cerca de 70% da matéria seca), é muito complicado conseguir obter inulina pura: o extracto de chicória obtido laboratorialmente contém para além de inulina pequenas concentrações de glucose, frutose e sacarose, além de matérias minerais, sesquiterpenóides, flavonoides, vitaminas, entre outros. Estes compostos poderão apresentar propriedades benéficas para o consumidor mas também poderão imprimir ao extracto de chicória perfis sensoriais indesejáveis.

A inulina comercial utilizada contém um grau de pureza superior ao da inulina presente no extracto de chicória. No âmbito deste trabalho foi utilizada inulina comercial BNEO-Orafti® GR, que é constituída por 92% de inulina com um grau de polimerização médio de 10 e os restantes 8% da sua composição dividem-se entre glucose, frutose e sacarose. Esta inulina é totalmente constituída por glúcidos, e como possui uma pequena fracção de frutose, glucose e sacarose, possui características sensoriais de natureza doce.

Dado que estes dois tipos de inulina possuem características sensoriais distintas houve a necessidade de aplicar ambos às polpas de frutos e avaliar assim o seu perfil sensorial.

6.2. Obtenção do extracto de chicória (inulina e FOS)

A raiz de chicória é por excelência uma fonte de inulina. Esta fibra alimentar é extraída industrialmente por difusão a quente da raiz de chicória, e é cada vez mais considerada um polissacárido de futuro uma vez que possui um grande número de propriedades benéficas para o Homem bem conhecidas (entre as quais sobressai o efeito prebiótico) e novas e surpreendentes potencialidades continuam sistematicamente a ser descobertas e atribuídas a esta fibra alimentar. Primariamente tiveram de ser conduzidos ensaios para averiguar quais as condições de extracção mas adequadas.

6.2.1. Ensaios preliminares de extracção

A bibliografia disponível para o processo de extracção por difusão a quente apresenta condições variáveis, nomeadamente ao nível da proporção aparas/água, temperatura, tempo, velocidade de agitação, tamanho das aparas, entre outros. No entanto poder-se-á afirmar que existe uma tendência geral para a admissão de um conjunto de condições mais favoráveis ao processo: proporção aparas/água de 1:10, temperatura de extração de 80°C., tempo de extração de uma hora, agitação moderada.

No sentido da validação das condições indicadas na bibliografia e para perceber qual a influência de outros factores, procedeu-se a um conjunto de ensaios preliminares. Assim, foram testados os seguintes factores:

- Massa de aparas (5 g e 10 g), mantendo a proporcionalidade de 1:10 em relação ao solvente;
- Influência do posicionamento dos Erlenmeyers no banho termoestabilizado;
- Tempo de extracção;
- Massa seca das aparas de chicória;
- Grau de trituração e espremeduradas aparas: aparas normais (≈ 3 cm) vs aparas trituradas (c.a. 2 mm);

Massa de aparas

Na bibliografia a massa de aparas utilizada mais correntemente é de 5 gramas de aparas para 50 gramas de água, mas haveria alguma diferença se se utilizassem 10 gramas de aparas e 100 gramas de água mantendo assim a proporcionalidade? E se as aparas fossem trituradas, o aumento de superfície específica em contacto com a água aumentaria a extração? E se depois de o processo extrativo se dar se espremessem as aparas para maior rendimento? Foi com o objectivo de obter respostas a estas perguntas que foi realizada uma bateria de ensaios com estas condições. No final das extrações foi avaliado o Brix (teor de sólidos solúveis) de cada amostra, mediante o uso de um refractómetro de bancada Abbe utilizando uma fonte de luz monocromática (comprimento de onda de 589 nm, correspondente à linha “D” do espectro de emissão do sódio).

Influência do posicionamento dos Erlenmeyers no banho termoestabilizado

O processo de extração da inulina das raízes de chicória é um processo de difusão, em que, como foi explicitado anteriormente, cinco gramas de aparas (var. Oésia), conservada a -40°C., foram colocadas em Erlenmeyers juntamente com uma quantidade de água destilada dez vezes superior. Os Erlenmeyers foram colocados num banho termoestabilizado “Kotterman” com agitação moderada e a uma temperatura de 80°C.

Antes da realização dos ensaios definitivos seria conveniente averiguar se a posição dos Erlenmeyers no banho poderiam de alguma forma interferir na extração, nomeadamente no valor de Brix final do extracto. As amostras foram posicionadas no banho conforme a figura 5:

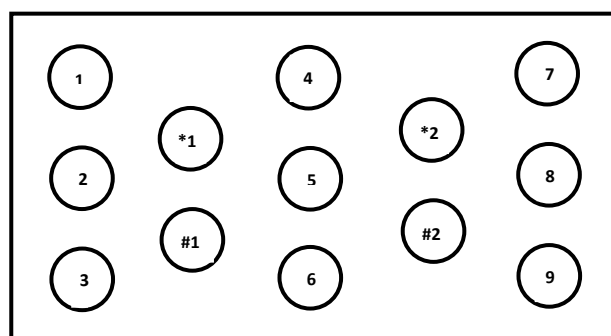


Figura 5 - Diagrama do posicionamento dos Erlenmeyers no banho

¹ Os Erlenmeyers marcados com *1 e *2 correspondem a tempos de extração de 30 minutos, enquanto os Erlenmeyers marcados com #1 e #2 correspondem a tempos de extração de 90 minutos. Todos os restantes Erlenmeyers tiveram tempos de extração de 60 minutos.

Também se avaliou neste ensaio se diferenças no tempo de extração afectavam significativamente o Brix final das amostras. As amostras numeradas de 1 a 9 (tabela 3) tiveram um período de extracção de uma hora, as amostras *1 e *2 de 30 minutos e as amostras #1 e #2 foram extraídas durante 1h30.

Tempo de extracção

Existe alguma diversidade relativamente aos tempos de extracção referidos na bibliografia, embora a maioria reporte para um tempo ideal de extracção de cerca de uma hora. Assim sendo, resolveu-se efectuar um teste em pequena escala no qual todas as condições eram análogas (5 gramas de aparas + 50 mL de água por Erlenmeyer, à temperatura de 80°C.), variando apenas o tempo de permanência no banho termostaticado (30, 60 e 90 minutos). No final dos respectivos períodos de extração, foi retirada e analisada no refractómetro de bancada de Abbe uma amostra de cada Erlenmeyer para avaliação do valor de Brix.

Matéria seca das aparas de chicória

Um dos factores mais importantes para o desenvolvimento deste projecto será o conhecimento da quantidade de inulina que existe numa massa conhecida de raízes de chicória. A bibliografia (Januário, 1999) diz-nos que a quantidade de inulina que existe nas raízes de chicória é de aproximadamente 70% da sua massa seca. Torna-se portanto pertinente averiguar o teor de matéria seca que existe nas raízes de chicória.

Nesta determinação, efectuada pelo método de secagem em estufa até massa constante, usaram-se dois tipos de aparas: as primeiras eram uma mistura de três variedades de chicória conservadas à temperatura de - 20°C. (utilizadas nos ensaios apenas com o objetivo de averiguar a influência da temperatura de conservação) que nos testes efectuados se chamaram amostras “A”; as segundas provinham de uma só variedade de chicória (var. oésia) congeladas a uma temperatura de - 40°C, que foi a variedade utilizada no decorrer de todos os posteriores ensaios deste projecto, sendo designadas de amostras “B”. Para cada uma de ambas as amostras fizeram-se duas avaliações de humidade a fim de efectuar cálculos de médias; estas amostras foram pesadas em pesa filtros numa balança analítica com quatro casas decimais. Contudo antes de terem sido pesados os pesa filtros foram à estufa a uma temperatura entre 100 e 103°C. durante uma hora e depois foram colocados num exsiccador por um período de 30 minutos para remoção de humidade.

Depois da pesagem dos pesa filtros procedeu-se à pesagem de uma massa de aparas de chicória de aproximadamente 3 gramas para cada amostra. Seguidamente os pesa-filtros contendo as amostras pesadas foram colocados na estufa a uma temperatura entre 100 e 103°C. durante duas horas. Passado esse período o material foi colocado num exsicador cerca de 30 minutos e depois pesado. Este ciclo estufa/exsicador teve de ser repetido tantas vezes quantas as necessárias até à obtenção de duas pesagens consecutivas cujos valores não divergissem mais de 0,0009 gramas, com a diferença que nas vezes seguintes à primeira se considerou um período de apenas 15 minutos na estufa. No final do terceiro ciclo as pesagens obtidas preenchiam este requisito e parou-se o ensaio, o que correspondeu a um período de secagem de cerca de 2,5 horas até massa constante.

Procedeu-se de seguida ao cálculo da percentagem de humidade das amostras, o que levou ao conhecimento do teor de matéria seca.

Trituração e espremedura das aparas de chicória

Este ensaio teve por objectivo principal averiguar a influência da trituração e da espremedura das aparas de chicória após extração na concentração de sólidos solúveis (°Brix) dos extractos aquosos. As condições avaliadas encontram-se na tabela 2:

Tabela 2 - Diferentes condições de extração avaliadas

Massa de aparas de chicória (g)	Condições de ensaio			
	Triturado		Não triturado	
5	Espremido (1)	Não espremido (2)	Espremido (3)	Não espremido (4)
10	Espremido (5)	Não espremido (6)	Espremido (7)	Não espremido (8)

6.2.2. Obtenção do extracto primário

Com base nos ensaios efectuados anteriormente chegou-se à conclusão que as condições mais propícias a uma extracção eficiente seriam uma relação aparas/solvente

(água) de 1:10, em banho termostático a 80°C., durante uma hora (c.f. 7.2). Estas condições foram seguidas rigorosamente para todas as extracções subsequentes, dispondo os Erlenmeyers no banho de acordo com a figura 6



Figura 6 – Equipamento de extracção (banho termostático) com a disposição dos Erlenmeyers contendo as aparas de chicória e água

6.2.3. Tratamentos complementares do extracto primário de chicória

Após a obtenção do extracto de chicória em pó via “spray-dryer” realizou-se uma análise sensorial a polpas de frutos adicionadas deste extracto. Idealmente seria adicionada às polpas uma concentração de 5% de inulina pelas razões já enumeradas (c.f. 2.7). Porém para testar previamente o efeito da adição do extracto de chicória resolveu-se preparar três amostras distintas de polpas amarelas (mistura de maçã e ananás) para cada elemento do painel de analistas com as concentrações de 0,5%, 1% e 2% de extracto de chicória em pó. Este ensaio prévio provou-se bastante importante para averiguar a viabilidade da adição da concentração inicialmente desejada pois os resultados não poderiam ser mais conclusivos. Se numa concentração de 0,5% o sabor da polpa era adocicado e agradável, numa concentração de 1% era evidente o amargor que advinha do extracto em pó e que se transmitia à polpa resultando ainda num sabor residual que permanecia no palato mesmo após a ingestão. Mais notório ainda era este sabor amargo nas polpas adicionadas de extracto de chicória numa concentração de 2%, que se prolongava num *after-taste* indesejável.

Sendo o objectivo inicial a adição de extracto numa concentração de 5%, essa intenção ficou gorada face aos resultados anteriormente referidos. Porém numa concentração inferior a este valor a adição de inulina/FOS às polpas não representa “*per si*”

um incremento significativo de propriedades benéficas para o consumidor. Era necessário então que estes compostos promotores do amargor do extracto de chicória fossem retirados/alterados, para que este pudesse ser adicionado a polpas sem lhes comunicar o sabor amargo indesejável.

6.2.3.1. Tratamento alcalinizante

Um dos principais problemas que o extracto de raízes de chicória apresenta é o seu amargor, problema que se revelou particularmente complicado dado o objectivo ser a sua incorporação num produto alimentar sujeito à aprovação do consumidor. Idealmente seria conveniente introduzir este pó (essencialmente inulina) nas polpas alimentares numa concentração compreendida entre 2,5 e 5%. Contudo mesmo numa concentração francamente mais baixa (1%) o amargor era evidente e fazia acompanhar-se por um sabor residual indesejável que permanecia no palato mesmo algum tempo após a ingestão do produto. Surgiu então a necessidade de remover a componente amarga do extracto líquido por forma a conseguir incorporar com sucesso a inulina nas polpas, sem serem passíveis de identificação quaisquer tipos de sabores amargos e/ou estranhos. Este amargor é proveniente de lactonas sesquiterpénicas que também são conduzidas juntamente com a inulina e FOS das aparas de raízes de chicória para o extracto nativo, em consequência do processo de extracção aquosa. Quimicamente as lactonas sesquiterpénicas são compostos orgânicos biologicamente activos incluídos na classe dos sesquiterpenóides (terpenóides com quinze átomos de carbono que contêm um anel de lactona fundido) e são estruturas químicas bastante comuns em plantas da família Asteraceae (na qual se inclui a chicória). Apesar de possuírem diversas propriedades benéficas para a saúde, nomeadamente na prevenção de aterosclerose, redução de inflamações e melhoria da estrutura celular do músculo liso dos vasos sanguíneos, as lactonas sesquiterpénicas são bastante indesejáveis sensorialmente devido em grande parte ao seu amargor.

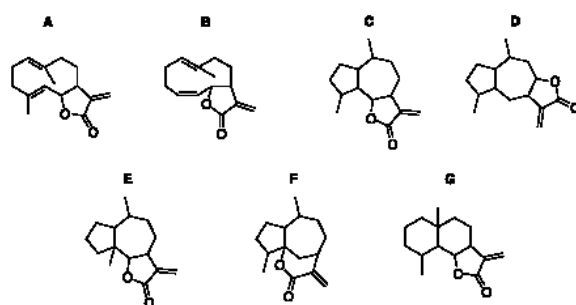


Figura 7 - Estrutura química genérica de lactonas sesquiterpénicas [3]

Existem diversos métodos experimentais que permitem quebrar as ligações químicas internas existentes nas lactonas sesquiterpénicas contidas no extracto aquoso de chicória. As radiações ultravioleta quando incidindo no extracto aquoso nativo são passíveis de quebrar as ligações glicosídicas presentes nas lactonas (Crelie, 2002), mitigando o seu efeito amargo no extracto. Outro método que se poderá utilizar para este fim é a adição de etanol ao extracto líquido (Crelie, 2002). Sendo um solvente orgânico, o etanol (de preferência numa concentração alta, a rondar os 80%) vai baixar a solubilidade dos glúcidos presentes precipitando-os, enquanto as lactonas sesquiterpénicas não serão afectadas o que irá resultar num precipitado com altas concentrações de inulina mas com baixas concentrações de lactonas o que se irá traduzir na inexistência ou pelo menos atenuação do amargor. Contudo, estas duas metodologias anteriores não são fáceis de implementar pois exigem equipamento específico ou morosas etapas de pré-preparação. Neste contexto, surge ainda um terceiro método que poderá ser utilizado para o mesmo fim e que se apresenta como o mais simples e rápido dos três e ainda com rendimentos iguais ou até melhores do que os anteriores (percentagens de degradação superiores a 99% para as lactonas sesquiterpénicas e a 89% para a 8-desoxi-lactucina). Este método baseia-se na exposição das lactonas a um valor de pH que promove a sua destruição ainda que mantendo praticamente intacta a concentração de inulina/FOS (Crelie, 2002). Verificou-se que o valor de pH do extracto líquido está geralmente compreendido entre 5,7 e 6; por adição de uma base forte (neste caso NaOH) este valor foi elevado até pH 12 (valores medidos por um potenciómetro “Crison”) e assim permaneceu durante 30 minutos a uma temperatura de 40°C, condições estas que promovem a mais rápida degradação das ligações glicosídicas entre as lactonas sesquiterpénicas. Depois deste período, foi adicionado ao preparado um ácido forte (HCl) para trazer o extracto aquoso novamente ao seu valor de acidez natural. De acordo com a bibliografia os teores de inulina praticamente não são afectados, registando-se somente uma remoção do amargor.



Figura 8 - Acerto de pH no tratamento alcalinizante

6.2.3.2. Secagem por spray-drying e obtenção do extracto em pó

Dado que o objectivo do presente projecto se prende com a produção de extracto de chicória em pó, após a obtenção do extracto de chicória no estado aquoso resultante do processo de difusão em água das aparas de raiz de chicória surgiu a necessidade de se realizar um processo de remoção de água. A liofilização foi uma hipótese a considerar, contudo devido aos seus elevados custos e elevado volume de extracto aquoso a trabalhar, não se teve como hipótese viável. Neste contexto, optou-se pela utilização do “spray-dryer”, que consegue trabalhar grandes volumes a um custo comparativamente mais baixo, ainda que com um rendimento substancialmente inferior ao da liofilização. Neste projecto as condições utilizadas no “spray-dryer” foram uma temperatura de 130°C. e uma velocidade de alimentação de 5,8 mL/min. De uma maneira simplificada, o spray-drying é um método de produção de pó a partir de uma solução aquosa por aquecimento a altas temperaturas de uma dispersão em micropartículas dessa mesma solução. Como consequência disto a componente aquosa é inteiramente retirada permanecendo apenas as frações residuais não aquosas.



Figura 9 - a) equipamento de spray-drying; b) extracto de chicória em pó no equipamento; c) extracto de chicória em pó em frasco “Schott”

6.3. Caracterização da componente glucídica do extracto de chicória

Nesta fase procedeu-se à análise da fracção glucídica do extracto de chicória obtido. Esta etapa foi bastante importante visto que permitiu ter um conhecimento geral sobre o perfil glucídico da amostra (que se previa rica em inulina e com alguma quantidade de glucose, frutose e sacarose) bem como apurar alguma eventual mudança química dos

compostos devido à etapa de alcalinização anteriormente descrita (c.f. 6.2.3.1). Foi levada a cabo com recurso a duas metodologias distintas: o método DNS e o método HPLC.

6.3.1. Determinação do teor de açúcares totais pelo método DNS

Já é sabido que as condições de pH a que o extracto foi sujeito no tratamento alcalinizante – elevação do pH até 12 – apresentam-se como degradativas para os compostos sesquiterpénicos mas até que ponto poderão sê-lo para outros compostos químicos existentes no extrato aquoso, em particular para a inulina? A melhor maneira de verificar se efectivamente ocorreram ou não reações degradativas será pelo recurso à metodologia de HPLC. Face à inexistência de um equipamento deste tipo nas instalações onde este projecto foi desenvolvido recorreu-se ao equipamento existente no Instituto de Investigação Científica Tropical (IICT) em Oeiras. No entanto, numa primeira fase optou-se por realizar um teste mais simples para averiguar se teriam ocorrido alterações na fracção glucídica do extracto depois da aplicação do tratamento alcalino. Aplicou-se então o método DNS (Miller, 1959). Trata-se de um método espectrofotométrico que é utilizado no doseamento de açúcares redutores com base na oxidação do grupo carbonilo. O reagente utilizado neste método é composto por ácido 3,5 - dinitrosalicílico (DNS), NaOH em concentração 2N, sal de Rochelle (tartarato duplo de Sódio e Potássio) e água destilada; e é vulgarmente designado de DNS. Nesta metodologia o DNS actua como agente oxidante, ocorrendo a redução do ácido 3,5 - dinitrosalicílico (cor amarelo forte) e a oxidação dos monossacáridos existentes, formando-se deste modo o ácido 3-amino-5-nitrosalicílico (de cor laranja-acastanhado forte), em proporções estequiométricas. Através do recurso a um espectrofotómetro e pela determinação da luz absorvida a 540 nm pelo 3-amino-5-nitrosalicilato, pode determinar-se a concentração de açúcares redutores (glucose e frutose) presentes na solução, em comparação com uma curva de calibração previamente preparadas com concentrações conhecidas destes açúcares presentes em soluções-padrão elaboradas para esta finalidade (Figura 10).

Todas as amostras foram analisadas em triplicado. Com base na curva padrão e nas leituras espectrofotométricas obtidas para as amostras de extracto com e sem tratamento de pH, obtiveram-se os teores de açúcares redutores livres e de açúcares redutores totais, respectivamente antes e depois da hidrólise ácida dos extractos de chicória. Esta etapa de hidrólise foi necessária para quebrar a inulina e decompô-la nos seus componentes mais simples (essencialmente frutose mas também glucose). Deste modo foi possível a avaliação dos teores de glucose e frutose, livres e pertencentes à inulina, quer antes do tratamento alcalino quer depois (Figura 11).



Figura 10 - a) Soluções padrão elaboradas, b) três repetições para cada concentração



Figura 11 - Doseamento dos açúcares redutores (livres e totais) do extracto aquoso pelo método DNS

A hidrólise da inulina do extracto foi realizada por adição ao extracto de uma solução de H_2SO_4 6N até pH 2, submetendo-o de seguida, durante 30 minutos, a 121°C . e 1 atm, em autoclave (Januário, 1999).

6.3.2. Caracterização da inulina presente no extracto de chicória por HPLC

O método DNS referido anteriormente é uma metodologia utilizada para avaliar o teor de açúcares redutores com base na oxidação do grupo carbonilo; contudo este método apresenta algumas lacunas nomeadamente a impossibilidade de determinar de forma individualizada quais os açúcares em questão no extracto aquoso analisado, dado que este método só quantifica o conjunto de açúcares redutores presentes. Surgiu portanto a necessidade de recurso a um método mais preciso, capaz de distinguir exactamente quais os açúcares existentes no extracto analisado, pelo que foi efectuada a análise por HPLC.

Nesta técnica cromatográfica de HPLC (High Performance/Pressure Liquid Chromatography) é utilizada uma fase móvel a alta pressão que vai arrastar os constituintes da amostra através da passagem através das partículas da fase estacionária, localizada no interior da coluna cromatográfica, onde vão ser separados.

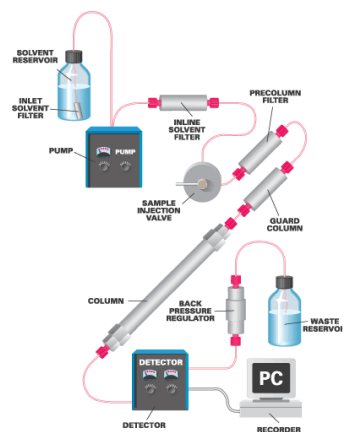


Figura 12 - Esquema tipo do funcionamento de um equipamento de HPLC

No HPLC, tal como na cromatografia gasosa, cada componente da amostra em análise tem um tempo de retenção na coluna que lhe é característico. O desenvolvimento de sistemas de bombeamento com pressões superiores e capazes de manter um fluxo estável e contínuo durante todo o tempo da cromatografia, em conjunto com o desenvolvimento de colunas capazes de separar até os componentes mais próximos de uma mistura, fez do HPLC uma metodologia de alta eficiência e fiabilidade, especialmente para a análise de hidratos de carbono (Conrad & Palmer, 1976). O HPLC aplicado à análise deste tipo de compostos é maioritariamente utilizado em amostras que contenham monossacáridos ou pequenos oligossacáridos (Chaplin, 1986), o que vai ao encontro do que seria espectável para a amostra de extracto líquido de chicória dado que este contém glucose, frutose, sacarose e inulina (Januário, 1999). Genericamente o equipamento de HPLC funciona da seguinte maneira: um solvente de uma fonte externa à amostra em análise é bombeado a altas pressões para um injetor que irá introduzir a amostra na corrente do solvente; esta mistura entra na coluna e dá-se a separação dos seus componentes unitários que irão ser detectados por um refractómetro diferencial (detector) que comunica a informação a um computador que regista e guarda todos os dados (Conrad & Palmer, 1976). A pequena dimensão das partículas da coluna (na ordem de 5,0 μm) resulta numa maior área superficial para adsorção, o que promove uma separação mais eficiente dos componentes da amostra. Por esse motivo, não há a necessidade de trabalhar grandes volumes de

amostra, geralmente trabalha-se com microlitros (μL). O equipamento utilizado foi um cromatógrafo líquido, equipado com uma bomba Beckman modelo 125 NM, um injector Rheodyne, um detector de índice de refração Waters modelo 2414 e um sistema de aquisição e tratamento de dados Beckman Karat 32 v.8., usando como solvente água ultra pura com EDTA-Ca, com um fluxo de 0,5 mL/min. As amostras foram analisadas em duplicado, com um volume de injeção de 20 μL , e a quantificação dos compostos foi efectuada pelo método do padrão externo, para todos os compostos glucídicos à excepção da inulina.

Tal como no método DNS também aqui as amostras de extracto líquido de chicória foram sujeitas a hidrólise ácida, com o objectivo de quebrar a inulina (e a sacarose existente) em moléculas de frutose e de glucose, de modo a permitir assim o seu doseamento, calculado a partir da determinação da frutose e glucose que a constituem, obtidas pela diferença entre os teores de glucose e frutose existentes no extracto líquido antes e depois da hidrólise.



Figura 13 - Equipamento de HPLC utilizado nos ensaios

6.4. Polpas de fruta prebióticas. Estudos de incorporação de extractos de chicória

6.4.1. Determinação do limiar de detecção

Com vista a avaliar a concentração mínima detectável sensorialmente, procedeu-se à determinação do limiar de detecção. No âmbito deste trabalho foi elaborado um estudo para

determinar qual a quantidade de extracto a adicionar às polpas sem que este fosse detectado pelos provadores.

Com base na dose diária recomendada (D.D.R.) (Jackson, 1999; [9]) da inulina e nos seus efeitos potencialmente benéficos para o organismo humano, as concentrações almejadas para incorporar nas polpas seriam de 2,5% e de 5%. Antes de fazer esta adição foram efectuados testes para determinação do limiar de detecção. Com estes testes é possível saber a partir de que concentração de inulina é que esta é efectivamente detectada pelo provador quando comparada com a mesma amostra de polpa mas sem adição de inulina. Deste modo, idealiza-se qual a quantidade de inulina a adicionar às polpas para que não seja perceptível sensorialmente ao provador, no caso de o sabor da inulina ser pouco desejável. Porém, e após o tratamento alcalino aplicado ao extracto aquoso, veio a verificar-se que o sabor da inulina era praticamente imperceptível, fazendo com que se tornasse possível a adição de quantidades maiores de inulina às polpas sem grande prejuízo do sabor original: inclusivamente em alguns casos a presença de inulina até ajudou a mitigar alguma da acidez natural da polpa. Elaboraram-se polpas adicionadas de proporções crescentes de inulina (0,2; 0,5; 0,7; 1; 1,3; 1,5 e 1,8%) (Figura 14) as quais foram sensorialmente avaliadas por dez provadores que registavam a partir de que proporção era notória a presença de um sabor fora do comum. Este teste sensorial teve de ser repartido por duas etapas dado que, se fosse feito de uma forma contínua, poderia dificultar a avaliação sensorial dos provadores.



Figura 14 - Disposição das polpas num teste pareado de determinação do limiar de detecção

6.4.2. Determinação da concentração de extracto preferida

A determinação da concentração preferida de extracto de chicória a incorporar em polpa de fruto foi efectuada utilizando o teste de ranking (Norma ISO 8587:1988). Este tipo de testes são especialmente úteis quando se pretende ordenar um conjunto de amostras no

que respeita a um atributo específico e permitem ao supervisor do teste perceber quais as melhores amostras quanto ao atributo em questão.

Tomando como base os resultados do limiar de detecção (c.a. 1,2% m/m), a dose diária recomendada para a inulina bem como a quantidade mínima de inulina passível de manifestar o seu característico efeito prebiótico no organismo humano foram preparadas quatro amostras adicionadas de inulina em concentrações de 2%, 3%, 4% e 5% (m/m). As amostras aditivadas de extracto e uma amostra sem adição de inulina foram analisadas por um painel treinado de dez provadores.

A mesma metodologia foi seguida para inulina comercial.

6.4.3. Caracterização sensorial das polpas prebióticas

A caracterização sensorial destina-se a avaliar todos os factores verdadeiramente relevantes para um produto alimentar. Neste teste foram analisados oito atributos distintos.

Os oito atributos avaliados neste teste sensorial final (cor da polpa, aroma frutado, aroma estranho, gosto ácido, gosto doce, gosto estranho, apreciação global e intenção de compra) foram classificados de um (menos intenso / muito desagradável / não compraria de certeza) a seis (mais intenso / muito agradável / compraria de certeza). Foram três as amostras em análise neste teste: polpa simples, polpa adicionada de inulina comercial com mais aceitação pelo painel de analistas (2%) e polpa adicionada de inulina extraída de raízes de chicória com mais aceitação pelo painel de analistas (3%). Analogamente aos testes anteriores, este teste sensorial foi levado a cabo por um painel de dez provadores treinados.

6.4.4. Tratamento estatístico de resultados

A Análise Estatística dos dados agrupados dos diferentes testes sensoriais que se efectuaram foi realizada com recurso ao programa *Statistica8*. Efectuou-se uma Análise Multivariada com Análise dos Componentes Principais (ACP) e foi deste modo possível perceber quais os atributos responsáveis pela variabilidade das amostras de polpas de fruto adicionadas de inulina e de extracto de chicória. Os resultados do teste de ranking foram submetidos ao teste de Friedman. Uma *Análise Cluster* posterior permitiu saber quais as amostras de polpas de frutos que mais se relacionavam e qual o seu grau de proximidade.

7. Resultados e discussão

7.1. Ensaios preliminares de extracção

Influência do posicionamento dos Erlenmeyers no banho termoestabilizado e tempo de extracção

Estes ensaios foram realizados em conjunto por uma questão prática e porque os seus resultados são independentes. Dado que a maior parte da bibliografia refere que o tempo ideal de extracção seria de uma hora, foram testadas mais amostras com este período de tempo de extracção. Para efeitos de referência foram consideradas as médias dos dados observados. Primariamente e para obter um valor de referência para o material em extracção – aparas de chicória – foi retirado sumo por espremedura directamente das aparas, sem diluições, o qual resultou num valor de Brix de 18. Sendo que as amostras analisadas de extracto tinham um factor de diluição de 1:10, os resultados finais de Brix deveriam rondar o valor de 1,8. Os resultados obtidos encontram-se compilados na tabela 3.

Tabela 3 - Valores de Brix associados ao tempo de permanência das amostras no banho

Tempo de permanência no banho	Amostra	Valor de Brix obtido no refractómetro	Média	Desvio padrão
30 minutos	*1	1,65	1,65	0
	*2	1,65		0
60 minutos	1	2	1,89	0,11
	2	2		0,11
	3	2		0,11
	4	2		0,11
	5	2		0,11
	6	1,6		- 0,29
	7	1,7		- 0,19
	8	1,7		- 0,19
	9	2		0,11
90 minutos	#1	1,6	1,6	0
	#2	1,6		0

Os resultados indicam que não se registam diferenças relevantes entre os valores de Brix de amostras com o mesmo tempo de extracção, colocadas em diferentes localizações no banho, pelo que se concluiu que o posicionamento não era um factor influente no valor de Brix final. Ao mesmo tempo concluiu-se que o tempo de extracção em que se registavam melhores resultados de Brix correspondia a uma hora, tal como a bibliografia refere.

Determinação do teor de matéria seca das aparas de chicória

A determinação da matéria seca das aparas de chicória foi feita por etapas (em anexo) e a partir do conhecimento do teor de humidade. No final obtiveram-se os resultados reunidos na tabela 4:

Tabela 4 - Teor de humidade/matéria seca das aparas de raiz de chicória para extracção

Pesa filtros	$m_{pf+amostras\ secas}$	$m_{amostras\ secas}$	$m_{humidade\ extraida}$	Percentagem de humidade	Desvio padrão	Média
A	47,3074g	1,0888g	1,9694g	64,4%	- 2,05	66,45%
	41,6379g	0,9460g	2,0590g	68,5%	2,05	
B	57,7351g	0,8621g	2,1489g	71,4%	0,01	71,3%
	59,8322g	0,8507g	2,1035g	71,2%	- 0,01	

Observa-se que o teor de matéria seca será portanto de 28,7%, e considerando que o teor de inulina na matéria seca da chicória é de cerca de 70% (segundo a bibliografia consultada), cada 100 gramas de raiz de chicória deveriam conter aproximadamente 20,1 g de inulina. Com base neste valor, foi programado o número de ensaios de extracção a serem realizados para obter um volume de extracto primário necessário à obtenção de inulina em pó em quantidade suficiente para ser incorporada nas polpas.

Trituração e espremedura das aparas de chicória

No que diz respeito aos testes realizados sobre a influência da trituração e da espremedura na extracção, os resultados obtidos foram apresentados na tabela 5.

Tabela 5 - Valor de Brix associados aos ensaios efectuados

Ensaio	Média de Brix (teor de sólidos solúveis)
(1)	2,1
(2)	2,2
(3)	2,95
(4)	3
(5)	2
(6)	2,05
(7)	2,45
(8)	2,1

Em jeito de conclusão, poder-se-á afirmar que os melhores resultados correspondem aos ensaios (3) e (4), ou seja, quando as aparas não são trituradas, não sendo relevante se são espremidas (3) ou não (4). Pode considerar-se que a não trituração das aparas é um factor influente no valor de Brix final dado que os resultados são francamente melhores do que nas aparas trituradas (este fenómeno poderá acontecer devido à possível perda de sumo que a trituração das amostras de aparas provoca). Por outro lado, considerando o conjunto dos ensaios obtém-se melhores resultados quando a extração é feita com 5 gramas de aparas (ensaios 1, 2, 3 e 4), em vez de 10 gramas (ensaios 5, 6, 7 e 8). Estabeleceu-se assim as condições de extração a realizar no trabalho.

Conclusões intercalares: condições de extracção

Face aos resultados, as condições mais propícias à extracção de inulina e FOS a partir de aparas de raiz de chicória podem ser sumarizadas nos seguintes pontos:

- Uso de aparas não trituradas
- Proporção aparas/solvente (água) = 1:10,
- Temperatura de extracção = 80°C,
- Tempo de extracção = 1 hora.

7.2. Obtenção do extracto de chicória

Depois de se averiguar quais as condições de extracção mais adequadas (acima descritas) foi obtido o extracto aquoso de chicória. Contudo a adição de inulina e de extracto de chicória às polpas tem de ser feito em pó, daí a necessidade de remover a água existente no extracto de forma a obter extracto de chicória em pó, para adição às polpas de frutos. Para isto recorreu-se a um “spray-dryer”.

Também houve a necessidade de caracterizar a fracção glucídica do extracto, ou seja, ter conhecimento detalhado sobre o seu perfil glucídico. Esta análise foi feita através de duas metodologias: O DNS e o HPLC.

7.2.1. Cálculo do rendimento de obtenção de extracto de chicória por spray-drying

As soluções aquosas dos extractos após alcalinização foram secas por spray-drying. Procedeu-se à secagem de aproximadamente 6,3 litros de solução. Considerando o que se previa existir, a quantidade existente no volume submetido a desidratação seria de 127g², contudo apenas 43,7 g conseguiram ser recuperadas. É possível deste modo calcular o rendimento teórico do processo em 34,5 %, valor que se apresenta bastante baixo.

² Em cada Erlenmeyer foram colocadas 5 gramas de aparas; destas apenas 28,7% correspondem a massa seca, portanto 1,435 gramas. Multiplicando pelo número de Erlenmeyers em cada banho (14) e pelo número de banhos efectuados (9) obtém-se um valor previsível de 181 gramas de matéria seca, correspondendo teoricamente a 127 gramas de inulina (extracto)

7.2.2. Caracterização da componente glucídica do extracto de chicória

Como foi anteriormente referido, a caracterização da componente glucídica do extracto de chicória foi feita com recurso à metodologia DNS e ao HPLC. O método DNS é um método expedito mas com uma precisão aceitável de doseamento de açúcares redutores numa solução. O HPLC é um método cromatográfico que permite identificar e quantificar individualmente e com precisão os glúcidos de uma solução.

7.2.2.1. Determinação do teor de açúcares redutores e totais pelo método DNS

Para este método poder ser aplicado é necessária a elaboração e análise de soluções padrão com concentrações conhecidas de açúcares (glucose e frutose), as quais servirão para enquadrar os resultados obtidos para as amostras com concentrações desconhecidas de açúcares. A tabela 9 representa a média das leituras obtidas por análise espectrofotométrica para as soluções padrão de açúcares redutores.

Tabela 6 - Valores de densidade óptica obtidos para as soluções padrão analisadas

Padrão	Leituras	Média das leituras	[AR] (mg/mL)
I	0,051	0,054	0,5
	0,056		
	0,054		
II	0,132	0,138	1
	0,144		
	0,137		
III	0,226	0,220	1,5
	0,218		
	0,216		
IV	-	0,294	2
	0,298		
	0,29		
V	0,363	0,364	2,5
	0,36		
	0,368		
VI	0,444	0,440	3
	0,446		
	0,431		

Com estes dados foi possível construir uma curva padrão (Figura 15), para posterior determinação dos valores de concentração de açúcares redutores nas soluções de extracto aquoso analisadas.

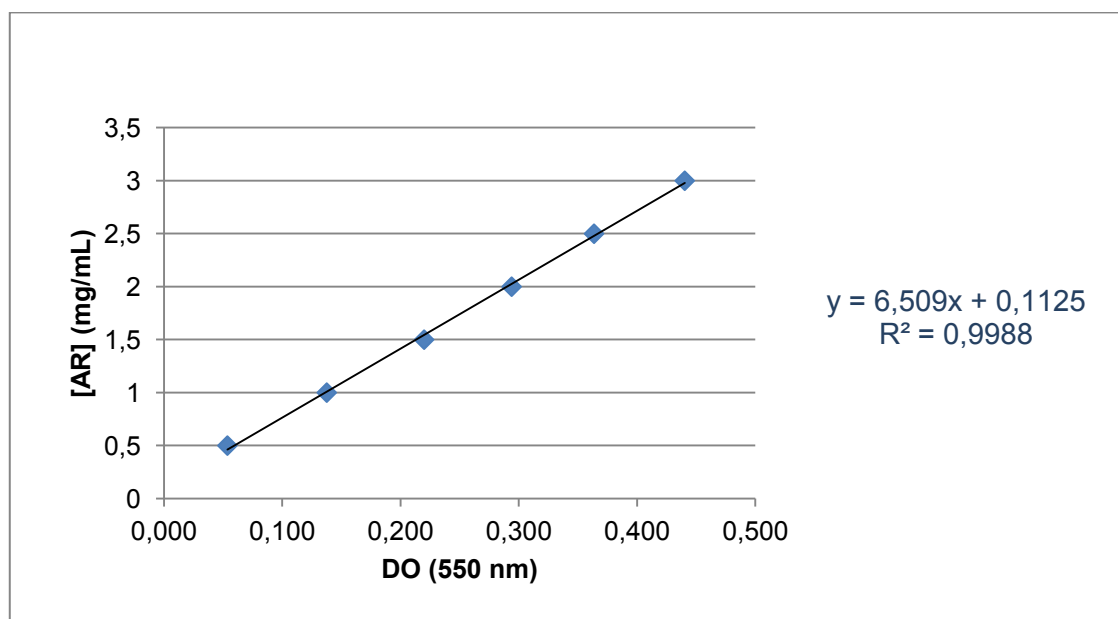


Figura 15 - Curva padrão dos açúcares redutores

Com base nesta curva padrão dos açúcares redutores foi possível determinar a concentração de açúcares redutores para cada uma das quatro amostras analisadas: extracto antes (A) e depois (D) do tratamento alcalinizante e hidrolisado do extracto antes (AH) e depois (DH) do tratamento alcalinizante. Na tabela 10 são apresentados os resultados alcançados.

Tabela 7 - Valores de densidade óptica obtidos para as soluções analisadas

Amostras	Leituras DO (nm)	Teor médio de AR e desvio padrão (mg/mL)
A	0,201	1,38 ± 0,047
	0,197	
	0,187	
D	0,177	1,20 ± 0,065
	0,157	
	0,167	
AH	0,254	1,70 ± 0,065
	0,245	
	0,234	
DH	0,244	1,70 ± 0,036
	0,25	
	0,239	

No gráfico correspondente à figura 16 comparam-se os resultados da composição glucídica obtidos para o extracto com e sem tratamento alcalino.

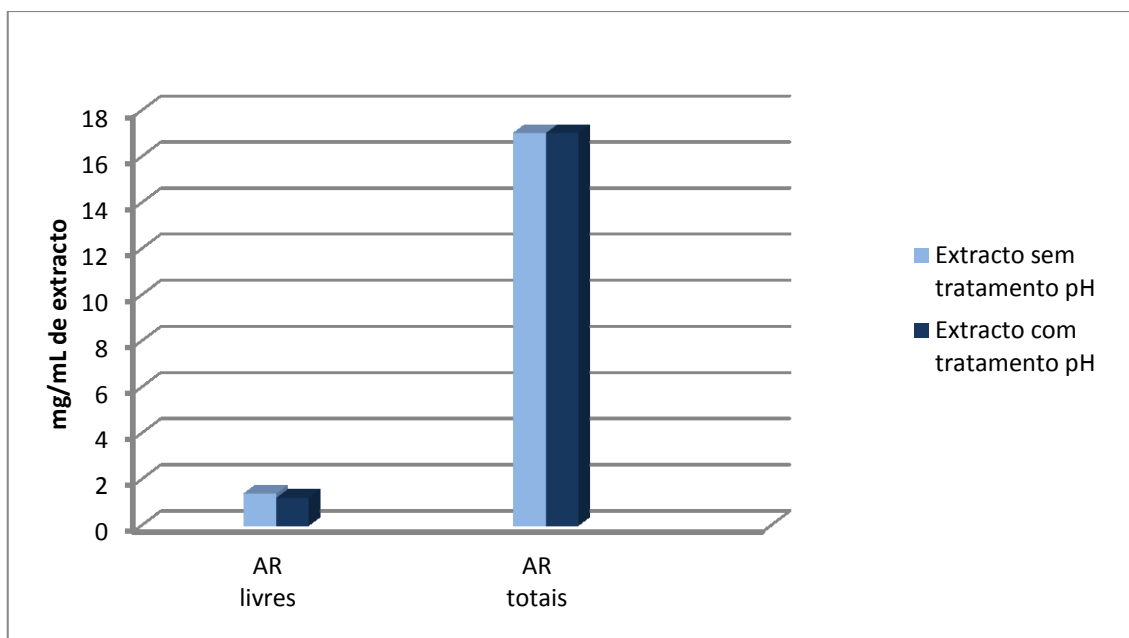


Figura 16 - Composição em açúcares redutores livres e totais de extracto com e sem tratamento alcalino

Os resultados obtidos não podiam ser mais conclusivos. Verifica-se que o tratamento alcalinizante embora não tendo alterado de forma acentuada o teor de açúcares redutores livres nas amostras, provocou nestes glúcidos um ligeiro decréscimo devido provavelmente à espectável degradação alcalina sofrida por estes compostos (Januário, 2011). Relativamente aos açúcares redutores totais (provenientes predominantemente da hidrólise da inulina e em menor grau da sacarose) os resultados obtidos levam a crer que o tratamento realizado não alterou esta fracção glucídica. Comprovou-se assim que o tratamento aplicado incide fundamentalmente nas lactonas sesquiterpénicas naturalmente existentes no extracto aquoso e não nos glúcidos presentes (principalmente a inulina) tal como seria desejado e era referido na bibliografia.

7.2.2.2. Caracterização da inulina presente no extracto de chicória por HPLC

Procedeu-se à análise por HPLC do extracto aquoso com quatro variantes: extracto simples, extracto simples com tratamento de pH, extracto hidrolisado e extracto hidrolisado sujeito a tratamento de pH. A análise destas quatro amostras surgiu da necessidade de complementar a informação sobre se o tratamento de pH (tratamento alcalinizante que tem como objectivo principal a quebra das lactonas sesquiterpénicas naturalmente existentes no extracto aquoso) a que a amostra foi sujeita teria um qualquer efeito na fracção glucídica do extracto de chicória. Os resultados obtidos no HPLC foram trabalhados e estão sintetizados nos seguintes gráficos correspondentes às figuras 17 e 18.

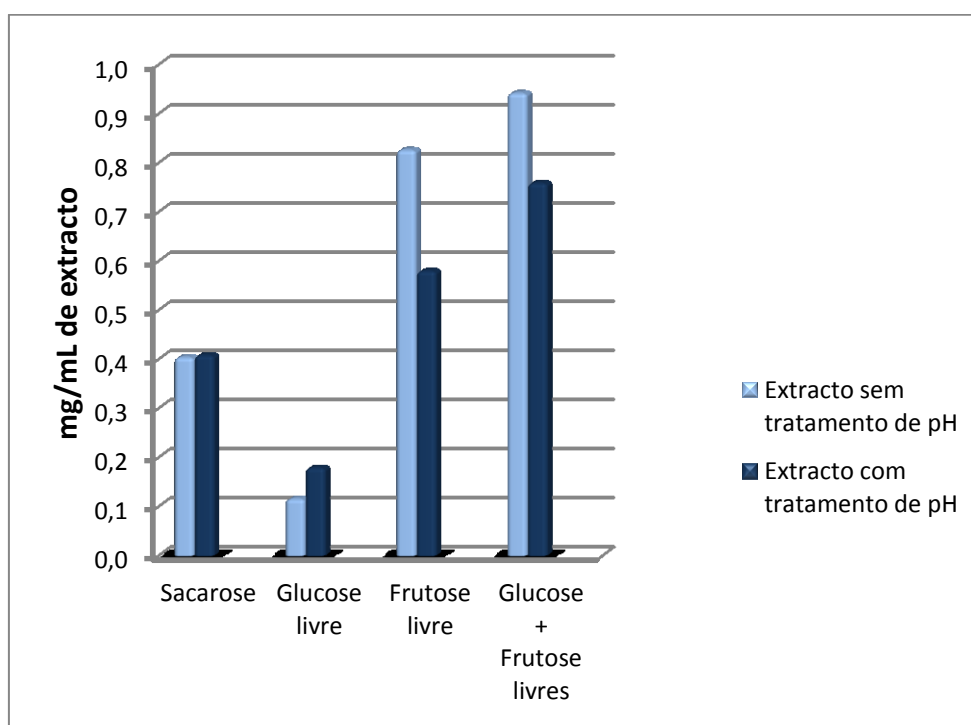


Figura 17 - Doseamento de açúcares redutores livres por HPLC

Como se pode verificar pela observação do gráfico da figura 17 a quantidade de sacarose é praticamente igual nas duas amostras, não estando por isso envolvida a hipótese de que o tratamento alcalino possa afectar este dissacárido. Contudo, no que diz respeito à glucose e frutose livres não se passa a mesma situação. A glucose livre até se apresenta em quantidade ligeiramente superior no extracto líquido com tratamento de pH,

mas relativamente à frutose livre passa-se o inverso, devido à sua maior susceptibilidade de degradação em meio alcalino.

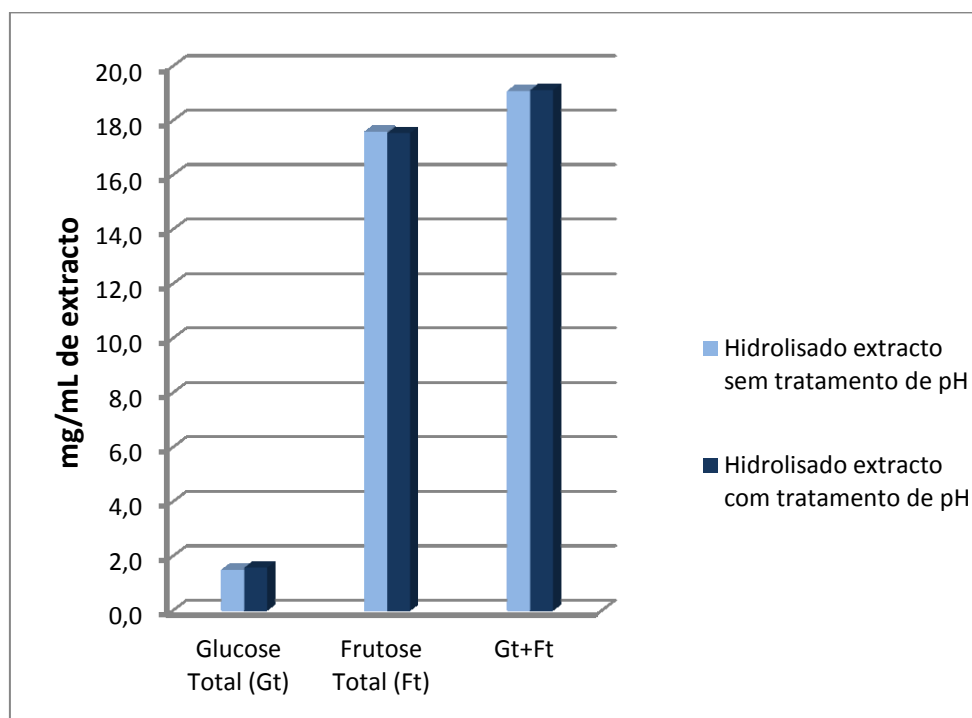


Figura 18 - Doseamento de açúcares redutores totais (em extracto hidrolisado de chicória) por HPLC

Depois dos extractos hidrolisados, com e sem tratamento de pH, terem sido analisados os resultados não poderiam ser mais satisfatórios (Figura 18). A hidrólise em autoclave quebrou todas as ligações glucídicas existentes no extracto líquido, reduzindo os hidratos de carbono existentes às suas componentes mais básicas – monossacáridos. Assim a sacarose foi decomposta em duas moléculas (uma de glucose e outra de frutose) e o mesmo aconteceu à inulina (decomposta numa molécula de glucose e em “n” moléculas de frutose, sendo “n” o número de moléculas de frutose existentes em cada macromolécula de inulina). Os resultados mostram que as quantidades de glucose e de frutose totais são praticamente idênticas, independentemente do extracto aquoso sofrer ou não tratamento de pH. Estes resultados permitem concluir que este tratamento não afecta sensivelmente a componente glucídica, em particular a inulina presente no extracto, e por isso mantém-se inalterado o seu efeito prebiótico. De notar que resultados semelhantes a estes foram obtidos pelo método clássico de doseamento de açúcares redutores apresentado anteriormente, o método DNS.

A figura 19 resume os resultados encontrados para a composição glucídica presente no extracto de chicória com e sem tratamento alcalinizante.

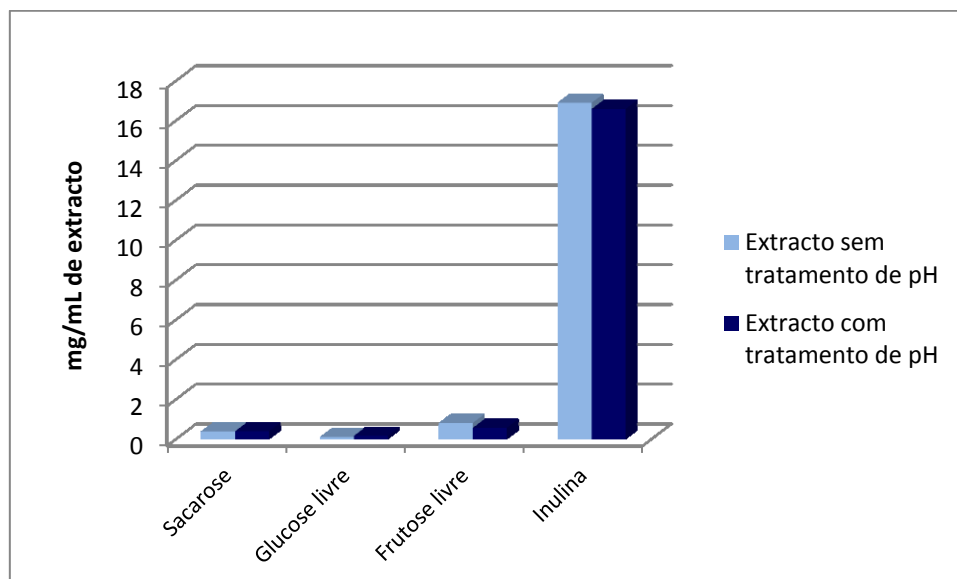


Figura 19 - Composição glucídica comparativa do extracto de chicória com e sem tratamento alcalino

Como é possível verificar pela análise da figura 19 existe uma forte discrepância entre as quantidades de inulina dos restantes glúcidos (frutose, glucose e sacarose). O teor de inulina doseado para o extracto, com e sem tratamento alcalino, foi de cerca de 1,6 g/100mL de extracto, o que corresponde a um teor de inulina nas aparas de chicória de aproximadamente 16%.

Conclusões intercalares: Composição do extracto de chicória

A componente glucídica do extracto de chicória é maioritariamente inulina.

7.3. Estudos de incorporação de extractos de chicória em polpas de fruta

A componente sensorial tem neste trabalho um papel muito relevante dado que permite obter informação sobre o *feedback* que o público-alvo tem sobre o alimento que se

está a produzir. Foram conduzidos ensaios no sentido de perceber qual a concentração mínima detectável de extracto de chicória a ser adicionado às polpas; também se realizaram testes para avaliar qual a concentração de extracto de chicória e de inulina comercial preferidas pelo painel de provadores. Por fim, foi realizado um teste final para avaliação de parâmetros sensoriais de cada uma das polpas, adicionadas da concentração favorita de inulina comercial e de extracto de chicória.

7.3.1. Determinação do limiar de detecção

No sentido de perceber qual o limite mínimo de incorporação de extracto de chicória em polpa de fruta que é detectado pelo painel sensorial, foi efectuado o estudo do limiar de detecção. Se tomarmos como referência o valor de 75% de respostas correctas, a análise da Figura 20 permite concluir que o extracto é percebido para valores superiores a 1.1% (m/m). Face aos resultados e atendendo ao facto de que se pretende uma incorporação de pelo menos 5% de inulina, o extracto de chicória adicionado às polpas será sempre sensorialmente perceptível.

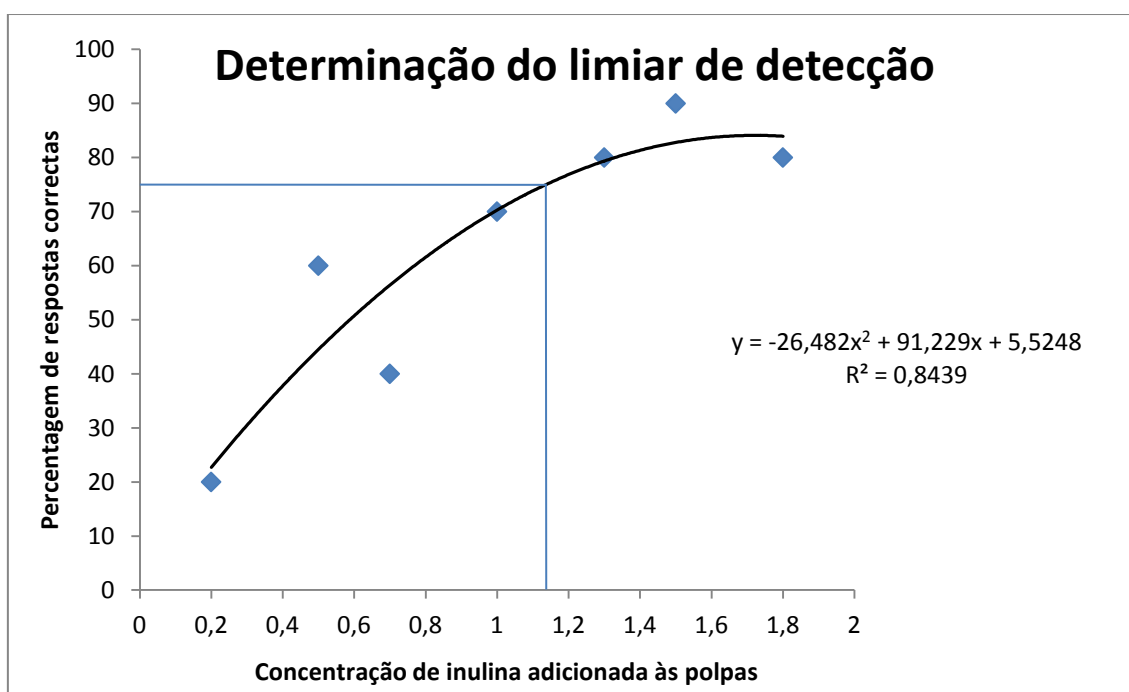


Figura 20 - Determinação do limiar de detecção de extracto de chicória em polpa de fruta

Conclusões intercalares: limiar de detecção

O limiar de detecção de extracto de chicória adicionado a polpas de frutos é $\approx 1,1\%$ m/m

7.3.2. Determinação da concentração de extracto preferida

Os resultados foram submetidos ao teste de Friedman a fim de verificar se os mesmos são significativamente diferentes ou não.

O teste de Friedman engloba a seguinte equação:

$$F = \frac{12}{JP(P+1)} (\sum R^2) - 3J(P+1)$$

Onde:

J é o número de provadores

P é o número de amostras

$\sum R^2$ é o somatório do quadrado dos rankings atribuídos às amostras **P** pelos **J** provadores

Depois do valor de **F** ter sido calculado este é comparado com um valor de referência existente na tabela de valores de referência da norma utilizada (ISO 8587:1988) e que depende do número de provadores e do número de amostras do teste em questão e ainda do nível de significância que se pretende. Dado que este teste foi feito com dez provadores e cinco amostras, esse valor de referência é de 13,29. Se o valor de **F** calculado for igual ou maior do que 13,29 então considera-se que as amostras são significativamente diferentes entre si.

Tabela 8 - Resultados da determinação da concentração preferida da adição de extracto de chicória a polpas de fruta

Provador	Amostras					Soma
	0%	2%	3%	4%	5%	
1	1	3	2	4	5	15
2	1	3	2	5	4	15
3	3	2	1	4	5	15
4	1	2	3	5	4	15
5	1	2	3	4	5	15
6	1	2	3	4	5	15
7	1	2	4	3	5	15
8	3	1	4	2	5	15
9	3	5	1	2	4	15
10	2	5	1	3	4	15
Soma	17	27	24	36	46	150

Teste de Friedman para o extracto de chicória:

$$F = \frac{12}{10 \cdot 5(5 + 1)} (17^2 + 27^2 + 24^2 + 36^2 + 46^2) - 3 \cdot 10(5 + 1) = 20,24$$

Tabela 9 - Resultados da determinação da concentração preferida da adição de inulina comercial a polpas de fruta

Provador	Amostras					Soma
	0%	2%	3%	4%	5%	
1	1	5	3	2	4	15
2	3	5	2	4	1	15
3	5	4	3	2	1	15
4	5	1	2	3	4	15
5	2	1	3	4	5	15
6	3	1	2	5	4	15
7	3	2	5	1	4	15
8	5	3	2	4	1	15
9	1	2	5	4	3	15
10	3	2	1	5	4	15
Soma	31	26	28	34	31	150

Teste de Friedman para a inulina comercial:

$$F = \frac{12}{10 \cdot 5(5 + 1)} (31^2 + 26^2 + 28^2 + 34^2 + 31^2) - 3 \cdot 10(5 + 1) = 1,52$$

A razão pela qual o painel não pontua bem as polpas com extracato de chicória, prende-se em grande medida com o sabor estranho (salgado vs doce tradicional e espectável nas polpas).

Uma das hipóteses a considerar para atenuar o sabor salgado residual existente nas polpas consiste em acrescentar uma etapa de dessalinização ao processo de obtenção do extracto líquido de chicória. Esta etapa permitiria reduzir significativamente a concentração de cloreto de sódio no extracto para valores sensorialmente não perceptíveis e consequentemente, aceitáveis.

Outra hipótese passível de constituir uma solução para o problema do sabor salgado do extracto líquido seria a utilização de outra metodologia para eliminação das lactonas sesquiterpénicas: radiações UV ou a adição de etanol. Estes processos referidos na bibliografia consultada sobre a temática da remoção das lactonas sesquiterpénicas do extracto líquido de chicória não foram efectuados porque, para além de terem níveis de eficácia mais baixos do que os do tratamento alcalinizante, eram analogamente mais morosos e necessitavam de equipamento mais complexo. Contudo, esses métodos não englobando o uso combinado de ácidos e de bases fortes não dariam origem à formação de sais e ao sabor salgado resultante, apontado por alguns provadores como “estranho”. Este atributo “sabor estranho” poderá advir do contraste do sabor doce característico das polpas com o sabor proveniente de compostos formados pela adição do agente alcalino (nomeadamente NaCl). Todavia e como foi referido anteriormente os níveis de eficiência destes métodos são menores o que resultaria numa menor taxa de degradação das lactonas sesquiterpénicas e consequente reforço no amargor do extracto líquido o que seria igualmente prejudicial.

Uma terceira via e talvez a mais exequível seria a incorporação do extracto em produtos alimentares com atributos sensoriais distintos. Neste trabalho o objectivo era a incorporação do extracto (que se veio a revelar com sabor ligeiramente salgado) em polpas de frutos (com sabor doce). Esta dicotomia poderá explicar os fracos resultados nos testes sensoriais efectuados, e poderá ser a fonte do “sabor estranho”, destacado por diversos elementos do painel de analistas.

Conclusões intercalares: Concentração preferida

De entre as amostras adicionadas de extracto de chicória a que apresentou melhor classificação foi a amostra adicionada de 3% m/m.

As polpas adicionadas de inulina comercial não são significativamente diferentes, no entanto a que obteve melhor pontuação foi a amostra com 2% m/m.

7.3.3. Caracterização sensorial de polpas adicionadas de extracto de chicória e inulina comercial

Finalmente houve a necessidade de efectuar um teste que quantificasse atributos sensoriais importantes das polpas de frutos adicionadas de inulina e de extracto de chicória. Depois de reunidos os dados foram elaboradas diferentes representações gráficas (análise de cluster, gráficos de aranha e projecção das amostras e das variáveis em planos cartesianos).

Pela análise da figura 21 é possível verificar que o extracto de chicória incorporado a níveis que veiculam teores adequados de inulina, imprime à polpa de fruta características sensoriais bem perceptíveis, nomeadamente de gosto estranho. De referir que o painel apreciou a polpa adicionada com inulina comercial, que evidenciou mesmo menor gosto ácido do que a polpa simples. A cor não foi afectada pela adição de qualquer dos tipos de inulina.

Estes resultados poderão advir do tratamento alcalino aplicado ao extracto aquoso de chicória. Sensorialmente este tratamento acrescenta ao extracto um sabor ligeiramente salgado, proveniente da formação de cloreto de sódio (NaCl) da reacção do HCl, um ácido forte, com o NaOH que é uma base forte que se dá aquando do tratamento alcalino. Poderá ser esta a principal fonte do “gosto estranho” destacado por elementos do painel de provadores.

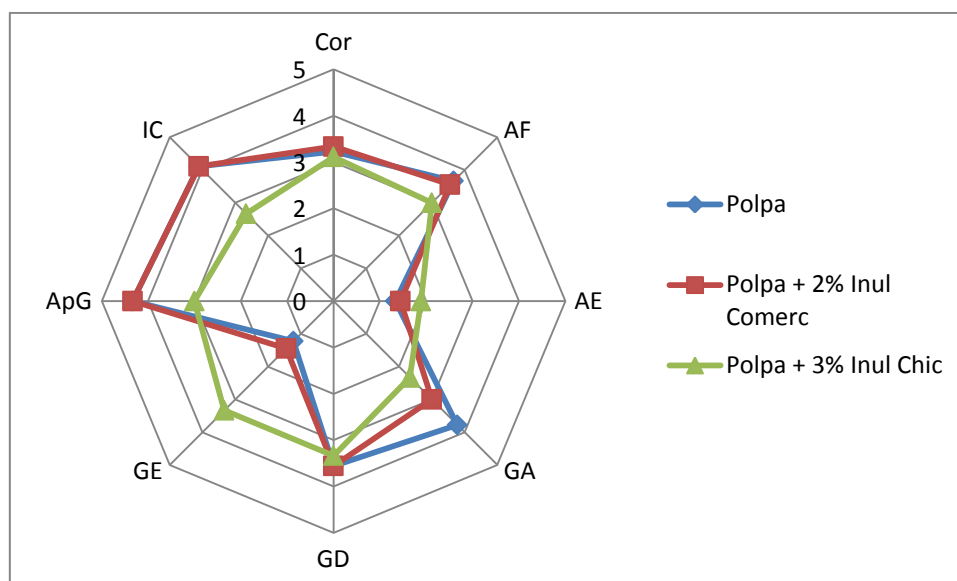


Figura 21 - Caracterização sensorial de polpa de fruta simples e com inulina

Conclusões intercalares:

Estes resultados poderão advir do tratamento alcalino aplicado ao extracto aquoso de chicória. Sensorialmente este tratamento acrescenta ao extracto um sabor ligeiramente salgado, proveniente da formação de cloreto de sódio (NaCl), resultante da reacção do HCl, um ácido forte, com o NaOH que é uma base forte, que se dá aquando do tratamento alcalino. Poderá ser esta a principal fonte do “gosto estranho” destacado por elementos do painel de provadores.

No sentido de melhor perceber qual a implicação da adição do extracto de chicória ou inulina à polpa de fruta, procedeu-se a uma análise multivariada dos resultados, por análise de componentes principais e análise de cluster.

Como era expectável, dado que são poucas amostras, o espaço definido pelas 2 primeiras componentes principais, explica 100% da variabilidade total. A totalidade das variáveis está correlacionada com a primeira componente principal.

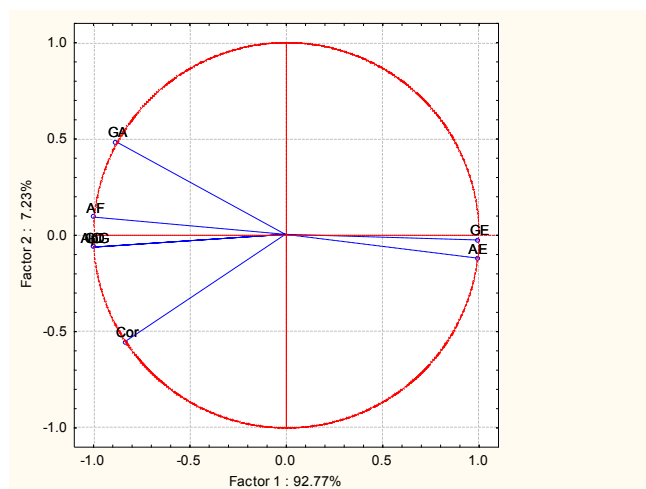


Figura 22 - Projecção das variáveis no plano definido pelas duas primeiras componentes principais

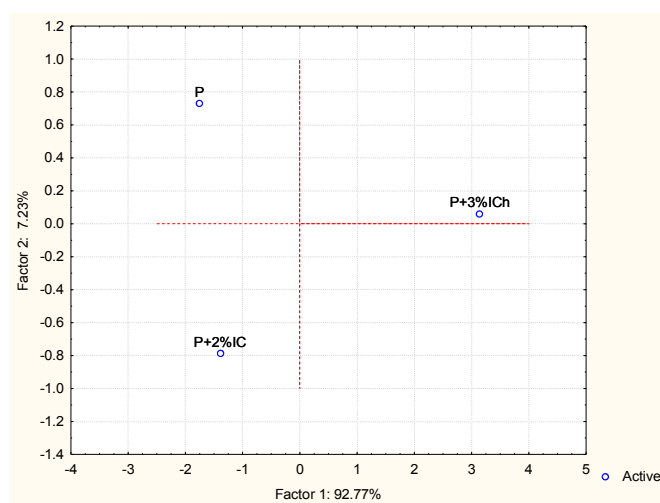


Figura 23 - Projecção das amostras no plano definido pelas duas primeiras componentes principais

A figura 24 corresponde ao diagrama de cluster dos três tipos de amostras em análise (polpa simples, e adicionadas de inulina comercial e de extracto de chicória).

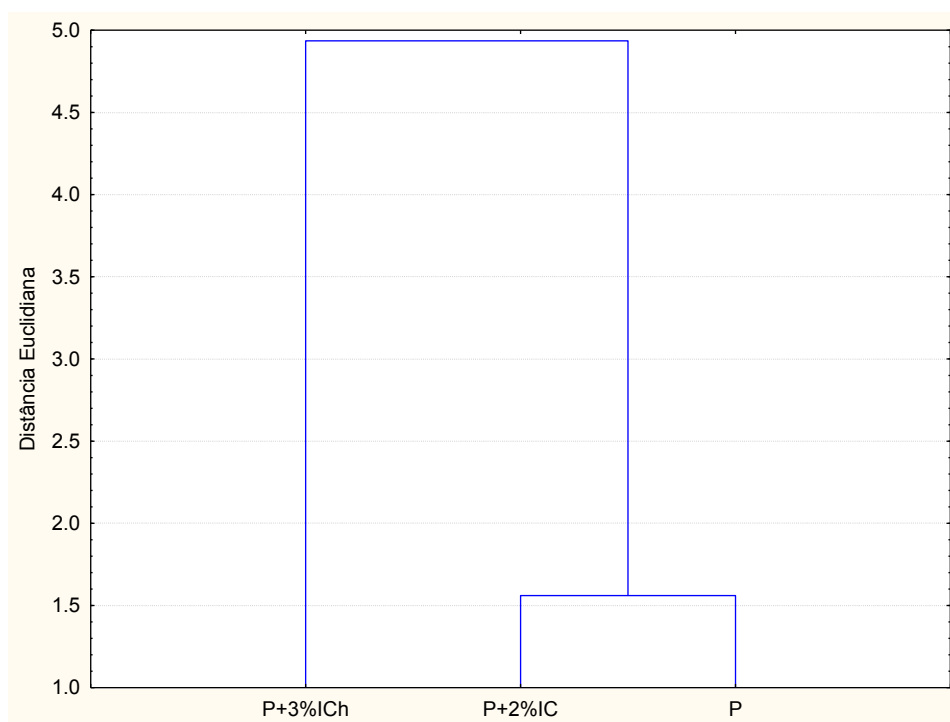


Figura 24 - Diagrama de cluster das amostras

A análise conjunta das figuras 22-24 permite observar que a adição de inulina comercial na concentração de 2% m/m não altera as características da polpa de fruta desenvolvida. A polpa simples e a polpa com inulina forma um grupo a uma distância euclidiana de c.a. 1.5.

Conclusões intercalares:

O extracto de chicória imprime gosto e aroma estranhos às polpas. Em contrapartida, a adição de inulina comercial não altera as polpas. Face ao exposto e dada a boa aceitação das polpas com inulina comercial, é de equacionar a elaboração de polpas de fruta adicionadas de inulina comercial pois sensorialmente são bastante próximas das polpas simples e têm o benefício prebiótico.

8. Conclusões

- A inulina extraída da chicória ocupa uma parte bastante significativa do teor total de glúcidos da planta, e por isso a raiz de chicória é usada industrialmente como fonte de inulina.
- No processo de extracção por difusão aquosa são transportados para o solvente juntamente com a inulina outros compostos existentes na raiz e que conferem ao extracto líquido características específicas nomeadamente de índole sensorial. As lactonas sesquiterpénicas constituem um grupo desses compostos, e são as principais responsáveis pelo sabor amargo no extracto primário sendo necessária a aplicação de um tratamento que as elimine/inactive.
- Tratamentos alcalinos revelam-se bastante eficazes na eliminação das lactonas sesquiterpénicas; contudo originam paralelamente um ligeiro sabor salgado no extracto aquoso que subsiste no extracto desidratado e consequentemente nas polpas de fruta.
- Os resultados dos diferentes testes sensoriais elaborados ao longo deste projecto apresentam resultados claros e inequívocos. O teste de Friedman mostrou que os provadores consideraram significativamente diferentes entre si as polpas adicionadas de concentrações crescentes (de 2% até 5%) de extracto de chicória; pelo contrário consideraram que não havia diferenças significativas entre as mesmas concentrações mas de inulina comercial.
- Os resultados apresentados permitem ainda concluir que a adição de inulina comercial a polpas passaria despercebida ou teria um baixo índice de detecção pelos consumidores, ao mesmo tempo que esta fibra acrescentava ao produto alimentar propriedades prebióticas e outras potencialmente benéficas.

Este é sem dúvida um caminho a explorar dada a crescente tendência de crescimento do segmento dos alimentos funcionais do mercado alimentar e os bons resultados obtidos nos testes sensoriais efectuados.

Um tópico a desenvolver futuramente seria a incorporação do extracto de chicória em alimentos de matriz sensorial mais salgada, como por exemplo na elaboração de massas e purés, entre outros. Deste modo o sabor salgado do extracto não seria tão evidenciado e possivelmente neste tipo de alimentos haveria uma maior aceitação por parte do painel sensorial e posteriormente de um painel de consumidor.

9. Bibliografia

Alldrick, A.; "Functional foods: assuring quality" In: Sadler M.J. & Saltmarsh M.; "Functional foods: the Consumers, the Products and the Evidence", The Royal Society of Chemistry, Cambridge, 1997

Azorín-Ortuño, M.; Urbán, C.; Cerón, J. J.; Tecles, F.; Allende, A.; Tomás-Barberán, F. A. & Espín, J. C.; "Effect of low inulin doses with diferente polymerisation degree on lipid metabolism, mineral absorption, and intestinal microbiota in rats with fat-supplemented diet", **Food Chemistry**, 113, p.1058–1065, 2009

Barreiros, A. C. B. V.; "Inulina como Agente Encapsulante de Compostos Bioativos", Dissertação para a obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Alimentar – Qualidade e Segurança Alimentar, Instituto Superior de Agronomia – UTL, 2009

Beirão-da-Costa, M. L.; Januário, M. I. N.; Leitão, A. E. B. & Simão, F. M. L. S.; "Characterization of inulin from chicory and salsify cultivated in Portugal", 4th Mercosur Congress on Process Systems Engineering, 2005

Bonnema, A. L.; Kolberg, L.W.; Thomas, W. & Slavin, J.L.; "Gastrointestinal Tolerance of Chicory Inulin Products", **Journal of the American Dietetic Association**, p.865–868, 2010

Bouhnik, Y.; Raskine, L.; Champion, K.; Andrieux, C.; Penven, S.; Jacobs, H. & Simoneau, G.; "Prolonged administration of low-dose inulin stimulates the growth of bifidobacteria in humans", **Nutrition Research**, 27, p. 187-193, 2007

Brighenti, F.; Casiraghi, M.C.; Canzi, E. & Ferrari, A.; "Effect of consumption of a ready-to-eat breakfast cereal containing inulin on the intestinal milieu and blood lipids in healthy male volunteers", **European Journal of Clinical Nutrition**, 53, p.726–733, 1999

Calantone, R.; Cavusgil, S. & Zhao, Y.; "Learning orientation, firm Innovation capability, and firm performance", **Industrial Marketing Management**, 31, p.515-524, 2002

Carioca, J. O. B.; Almeida, F. A. G.; Arora, H. L.; Selvam, P. & Figueiró, S. D.; "Extração e hidrólise de inulina a partir da alcachofra de jerusalém (*Helianthus tuberosus* L.)", **Cien. Agron. Fortaleza**, 19(1), p.61–66, 1988

Chaplin, M. F.; "Carbohydrate analysis: a practical approach", I.R.L. Press United, P.15, 1986

Conrad, E. C. & Palmer, J. K.; "Rapid analysis of Carbohydrates by High-pressure Liquid Chromatography", **Food Technology**, 30 (10), p.84-92, 1976

Cooper, R., Edgett, G. S. & Kleinschmidt, E. J.; "New Product Portfolio Management: Practices and Performance – An Empirical Survey", **Journal of Product Innovation Management**, 16, p. 333-351, 1999

Coxam, V.; "Inulin-type fructans and bone health: state of the art and perspectives in the management of osteoporosis", **British Journal of Nutrition**, 93, Suppl. 1 p.S111–S123, 2005

Crelier, S.; "Non-bitter chicory extract", European Patent 1 179 299 A2, 2002

Demigné, C.; Jacobs, H.; Moundras, C.; Davicco, M. J.; Horcajada, M. N.; Bernalier, A. & Coxam, V.; "Comparison of native or reformulated chicory fructans, or non.purified chicory, on rat cecal fermentation and mineral metabolism", **Eur. J. Nutr.**, 47, p.366–374, 2008

Deutsch, R. M.; "The New Nuts Amongst the Berries", How nutrition nonsense captured America, Bull Publishing Company, Palo Alto, California, 1977

Durieux, A.; Fougnyes, C.; Jacobs, H. & Simon, J. P.; "Metabolism of chicory fructooligosaccharides by bifidobacteria", **Biotechnology Letters**, 23, p.1523–1527, 2001

Franck, A.; "Technological functionality of inulin and oligofructose", **British Journal of Nutrition**, 87, Suppl. 2, p.S287–S291, 2002

Fuller, R.; "Probiotics: their development and use", p.1-8, Reading, United Kingdom, 1992

Gaafar, A. M.; Serag El-Din, M. F.; Boudy, E. A. & El-Gazar, H. H.; "Extraction Conditions of Inulin from Jerusalem Artichoke Tubers and its Effects on Blood Glucose and Lipid Profile in Diabetic Rats", **Journal of American Science**; 6 (5), p.36-43, 2010

Galante, Raquel M.; Quadri, Marinho B.; Machado, Ricardo F.; Quadri, Mara G.N. & Werle, L. O.; "Modeling and Simulation the Fixed Bed Column Extraction of Inulin from Garlic (*Allium sativum* L . var. Chonan)", **Computer Aided Chemical Engineering**, 27, p.1029-1034, 2009

Huang, S. C.; Tsai, Y. F. & Chen, C. M.; "Effects of Wheat Fiber, Oat Fiber, and Inulin on Sensory and Physico-chemical Properties of Chinese-style Sausages", **Asian-Aust. J. Anim. Sci.**, 24 (6), p.875 – 880, 2011

ISO 5495-1983 (E) - Sensory analysis – Methodology – Paired comparison test

ISO 6658 - 1985 (E) - Sensory analysis – Methodology – General guidance

ISO 8587:1988 (E) - Sensory analysis – Methodology – Ranking

Jackson, K. G.; Taylor, G. r. J.; Clohessy, A. M. & Williams, C. M.; "The effect of the daily intake of inulin on fasting lipid, insulin and glucose concentrations in middle-aged men and women", **British Journal of Nutrition**, 82, p. 23–30, 1999

Januário, M. I. N.; “A Chicória: Valorização industrial”, Dissertação submetida à Universidade Técnica de Lisboa para obtenção do grau de Doutor no Ramo de Engenharia Alimentar; Instituto Superior de Agronomia - UTL, Lisboa, 1999

Januário, M. I. N.; Apontamentos das aulas de Tecnologia do Açúcar e Produtos Alternativos, Instituto Superior de Agronomia – UTL, Lisboa, 2011

Jurgonski, A.; Milala, J.; Jusbkiewicz, J.; Zdunbczyk, Z. & Król, B; “Composition of Chicory Root, Peel, Seed and Leaf Ethanol Extracts and Biological Properties of Their Non-Inulin Fractions”, **Food Technol. Biotechnol.** 49 (1) p.40-47, 2011

Kim, M. & Shin, H. K.; “The Water-Soluble Extract of Chicory Reduces Glucose uptake from the Perfused Jejunum in Rats”, **The Journal of Nutrition**, 126, p.2236-2242, 1996

Kolida, S.; Tuohy, K. & Gibson, G. R.; “Prebiotic effects of inulin and oligofructose”, **British Journal of Nutrition**, 87, Suppl. 2, p.S193–S197, 2002

Kurtoğlu, G. & Yildiz, S.; “Extraction of Fructo-Oligosaccharide Components From Banana Peels”, **Gazi University Journal of Science**, 24(4), p.877-882, 2011

Lattanzio, V.; Kroon, P. A.; Linsalata, V. & Cardinali, A., “Globe artichoke: a functional food and source of nutraceutical ingredients”, **J. Funct. Foods**, 1, p. 131-144, 2009

Lingyun, W.; Jianhua, W.; Xiaodong, Z.; Da, T.; Yalin, Y.; Chenggang, C.; Tianhua, F. & Fan, Z.; “Studies on the extracting technical conditions of inulin from Jerusalem artichoke tubers”, **Journal of Food Engineering**, 79, p.1087–1093, 2007

Loch, C.; “Tailoring Product Development to Strategy: Case of a European Technology manufacturer”, **European Management Journal**, 18, p. 246-258, 2000

Macral, R.; “HPLC in Food Analysis”, Department of Food Science, p.2-3, 1988

Maertens, I., Aerts, J.M. & de Boever, J.; “Degradation of dietary oligofructose and inulin in the gastro-intestinal tract of the rabbit and the effects on caecal pH and volatile fatty acids”, **World Rabbit Science**, 12, p.235 – 246, 2004

Megala, P. & Hymavathi, T.V.; “Inulin and Fructooligosaccharides Incorporated Functional Fruit Bars”, World Academy of Science, **Engineering and Technology**, 59 p.600-605, 2011

Mendes, M. F.; Cataldo, L. F.; da Silva, C. A.; Nogueira, R. I. & Freitas, S. P.; “Extraction of the inuline from chicory roots (*Chicorium intybus* L.) using supercritical carbon dioxide”, 4th Mercosur Congress on Process Systems Engineering, 2005

Milani, E.; Koocheki, A.; & Golimovahhed, Q. Ali.; “Extraction of inulin from Burdock root (*Arctium lappa*) using high intensity ultrasound”, **International Journal of Food Science and Technology**, 46, p.1699–1704, 2011

Miller, G. L.; "Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar", **Anal. Chem.**, 31, p. 426-428, 1959

Miller, J. M.; "An introduction to liquid chromatography", Department of Chemistry, 1995

Nandagopal, S. & Ranjitha Kumari, B.D.; "Phytochemical and Antibacterial Studies of Chicory (*Cichorium intybus* L.) - A Multipurpose Medicinal Plant", **Advances in Biological Research** 1 (1-2), p.17-21, 2007

Niness, K. R.; "Nutritional and Health Benefits of Inulin and Oligofructose - Inulin and Oligofructose: What Are They?", **Journal of Nutrition**, 129 p.1402S-1406S, 1999

Noronha, J. F.; "Análise Sensorial – Metodologia: Apontamentos de Análise Sensorial", versão 1.0, Escola Superior Agrária de Coimbra, 2003

Nunes, M. J.; "Metodologias de desenvolvimento de novos produtos industriais", Dissertação submetida à Universidade do Minho para obtenção do grau de Doutor no Ramo de Engenharia de Produção e Sistemas na Área de Engenharia Económica. Departamento de Produção e Sistemas, Escola de Engenharia da Universidade do Minho, 2004

Oliveira, R. A. De; Park, K. P.; Chiorato, M.; Park, K. J. B. & Nogueira, R. I.; "Otimização de extração de inulina de raízes de chicória", **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, 6 (2), p.131-140, 2004

Padilha, V. M., Rolim, P. M., Salgado, S. M., Livera, A.S., Andrade, S. A. C. & Guerra, N. B.; "Perfil sensorial de bolos de chocolate formulados com farinha de yacon (*Smallanthus sonchifolius*)", **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, 30(3) p.735-740, 2010

Park, K.J.; Oliveira, R.A. & Brod, F.P.R.; "Drying Operational Parameters Influence on Chicory Roots Drying and Inulin Extraction", **Food and Bioproducts Processing**, 85 (3), p.184-192, 2007

Patel, S. & Goyal, A.; "The current trends and future perspectives of prebiotics research: a review", Review Article, 2012

Patterson, M.; "From experience: linking product innovation to business growth", **Journal of Product Innovation Management**, 15, p.390-402, 1998

Peters, A. M. & van Amerongen, A.; "A study on the effects of sample pre-treatment on the amount of sesquiterpene lactones found in chicory (*Cichorium Intybus* L.) by ELISA and by HPLC", **Z Lebensm Unters Forsch A**, 204, p.189-193, 1997

Platzman, A.; "Functional foods: figuring out the facts", **Food Product Design**, 9, p.32-62, 1999

Pool-Zobel, B. L.; "Inulin-type fructans and reduction in colon cancer risk: review of experimental and human data", **British Journal of Nutrition**, 93, Suppl. 1, p.S73–S90, 2005

Pr NP 4263:1994. Análise Sensorial- Vocabulário. IPQ, Lisboa.

Quanzhen, W. & Jian, C.; "Perspectives and utilization technologies of chicory (*Cichorium intybus* L.): A review", **African Journal of Biotechnology**, 10(11), p.1966–1977, 2011

Rault-Nania, M H., Gueux, E., Demougeot, C., Demigné, C, Rock, E. & Mazur, A; "Inulin attenuates atherosclerosis in apolipoprotein E-deficient mice", **British Journal of Nutrition**, 96 p.840–844, 2006

Respondek, F.; Swanson, K. S.; Belsito, K. R.; Vester, B. M.; Wagner, A.; Istasse, L. & Diez, M.; "Short-Chain Fructooligosaccharides Influence Insulin Sensitivity and Gene Expression of Fat Tissue in Obese Dogs", **Journal of Nutrition**, 138, p.1712–1718, 2008.

Ricca, E.; Curcio, S.; Calabro, V. & Iorio, G.; "Inulin Extraction from Chicory Roots: Transport Phenomena and Optimization", **Journal of Biotechnology**, 150 (Supplement), p.324, 2010

Ripoll, C.; Flourié, B.; Megnien, S.; Hermand, O. & Janssens, M.; "Gastrointestinal tolerance to an inulin-rich soluble roasted chicory extract after consumption in healthy subjects", **Nutrition**, 26, p.799–803, 2010

Rozenfeld, H. & Silva, S. L.; "Uma proposta de gestão do conhecimento no desenvolvimento de novos produtos", Universidade de São Paulo, Núcleo de manufatura avançada, São Paulo, Brasil, 1998

Silva, R.F.; "Use of inulin as a natural texture modifier", **Cereal Foods World**. St. Paul. 41(10), p.792-795, 1996

Schaffner, D. J.; Shroder, W. R. & Earle, M. D.; "Food marketing: An international perspective", **WCB/McGraw-Hill**, Boston, 1998

Sloan, A. E.; "The new market: foods for the not-so-healthy", **Food Technology** , 53, p.54–60, 1999

Toneli, J. T. C. L.; Murr, F. E. X.; Martinelli, P.; Dal Fabbro, I. M. & Park, K. J.; "Optimization of a physical concentration process for inulin", **Journal of Food Engineering**, 80, p. 832–838, Jul 2006

Toneli, J. T., Park, K. J., Murr, F. & Negreiros, A.; "Efeito da umidade sobre a microestrutura da inulina em pó", **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, vol. 28, 2008

Van Loo, J.; Coussement, P.; De Leenheer, L.; Hoebregs, H. & Smits, G.; "On the presence of inulin and oligofructose as natural ingredients in the western diet", **Crit. Rev. Food Sci Nutr.**, 35 (6), p.525-552, 1995

Cibergrafia

- [1] http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Inulin_strukturformel.png
- [2] http://www.google.com/imgres?um=1&hl=pt-PT&biw=1280&bih=895&tbn=isch&tbnid=3dkmmVqOxihm5M:&imgrefurl=http://portuguese.alibaba.com/product-gs/chicory-root-extract-288570690.html&docid=kKI9sf_1AHcTmM&imgurl=http://img.alibaba.com/photo/288570690/Chicory_Root_Extract.jpg&w=347&h=225&ei=IDR7UM_hAcu2hAejxIGACw&zoom=1&iact=hc&vpx=193&vpy=161&dur=3462&hovh=180&hovw=277&tx=160&ty=82&siq=109140507997238227319&page=1&tbnh=144&tbnw=223&start=0&ndsp=31&ved=1t:429,r:0,s:0,i:66
- [3] <http://pt.wikipedia.org/wiki/Sesquiterpenlactona>
- [4] <http://www.beneo.com/pt-BR/expertise-cient%C3%ADfica>
- [5] <http://www.nutraceuticalsnow.com/issues/back/2001winter/inulin.php>
- [6] http://www.qmc.ufsc.br/qmcweb/artigos/colaboracoes/batata_yacon.html
- [7] <http://www.orafti.com/Applications/Successful-Applications>
- [8] <http://www.cargill.com/food/na/en/products/health-promoting-ingredients/oliggo-fiber-inulin/index.jsp>
- [9] <http://www.zinulin.com/wholesalers/>

10. Anexos

Dados intermédios utilizados na avaliação da matéria seca das aparas de raiz de chicória:

Resultados da pesagem dos pesa filtros

Amostra	Pesa filtros	m_{pf}
A	1	46,2186g
	2	40,6919g
B	3	56,8730g
	4	58,9815g

Resultado da pesagem das amostras antes da secagem

Amostra	Pesa filtros	m_{pf+a}	m_a
A	1	49,2768g	3,0582g
	2	43,6969g	3,0050g
B	3	59,8840g	3,0110g
	4	61,9357g	2,9542g

Resultados da pesagem dos pesa filtros + amostra, após 2h30m de secagem na estufa

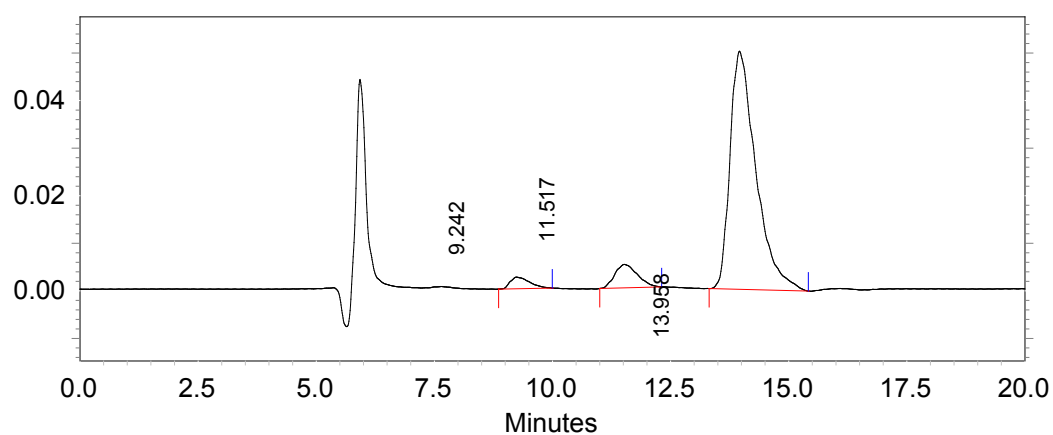
Amostra	Pesa filtros	m_{pf+a}
A	1	47,3074g
	2	41,6379g
B	3	57,7351g
	4	59,8322g

Cromatogramas HPLC:

Hidrolisado do extracto líquido sem tratamento alcalinizante:

D:\32Karat\Projects\Default\Methods\Glucidos.met

Injection Time: 6/29/2012 4:14:09 PM

**RI Results**

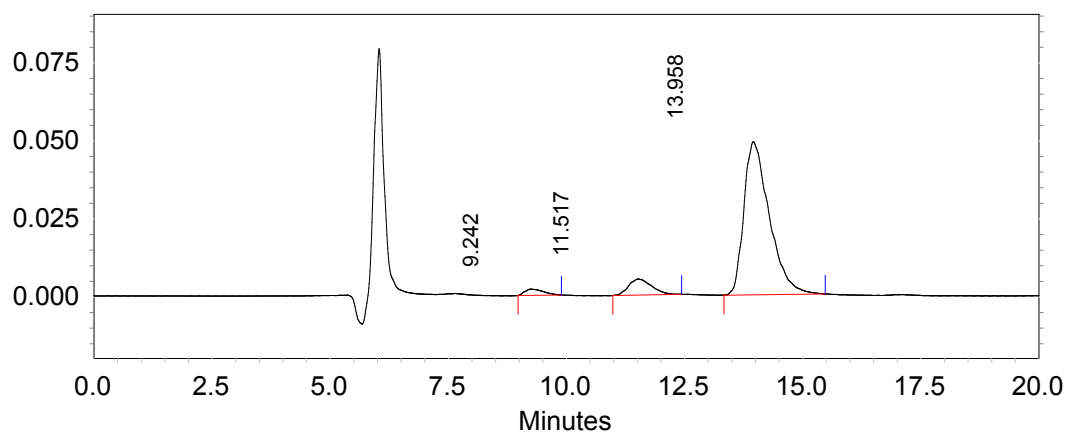
Retention Time	Area	Area Percent	Height	Height Percent
9.242	69911	3.263	2442	4.253
11.517	164076	7.658	4925	8.578
13.958	1908477	89.079	50048	87.169

Totals	2142464	100.000	57415	100.000
--------	---------	---------	-------	---------

Hidrolisado do extracto líquido com tratamento alcalinizante:

D:\32Karat\Projects\Default\Methods\Glucidos.met

Injection Time: 6/29/2012 3:20:31 PM



RI Results

Retention Time	Area	Area Percent	Height	Height Percent
9.242	54458	2.636	1991	3.544
11.517	172776	8.365	5124	9.120
13.958	1838316	88.999	49068	87.336

Totals	2065550	100.000	56183	100.000
--------	---------	---------	-------	---------

INSTITUTO SUPERIOR DE AGRONOMIA**ANÁLISE SENSORIAL DE POLPA DE FRUTA ADICIONADA DE EXTRACTO DE CHICÓRIA**

Provador: _____ Idade: _____

Data: ____/____/____

Cheire e prove as amostras de polpa de fruta apresentadas começando pela da esquerda. Refira se são iguais ou diferentes.

Iguals _____

Diferentes _____

Se são diferentes, indique a amostra diferente: _____

Indique as características diferenciadoras

Obrigada pela sua colaboração

INSTITUTO SUPERIOR DE AGRONOMIA
ANÁLISE SENSORIAL DE POLPA DE FRUTA

Provador: _____ Idade: _____

Data: ____/____/____

Ordene por ordem de preferência as amostras apresentadas

Apreciação geral (ordem crescente)

5º	4º	3º	2º	1º

Observações:

Obrigada pela sua colaboração

FOLHA DE ANÁLISE SENSORIAL DE POLPAS

Nome: _____

Data: _____

Idade: _____

Amostra: _____

Faça uma apreciação das amostras de polpas que lhe são apresentadas, classificando-as de acordo com a cor, o gosto, o aroma, a textura, a apreciação global e a intenção de compra, assinalando o código da amostra no quadrado que mais se aproxima à sua avaliação.

1. Cor

1 – Muito escura

☐☐☐☐☐☐

6 – Muito clara

1**2****3****4****5****6****2. Aroma***Frutado*

1 – Pouco frutado

☐☐☐☐☐☐

6 – Muito frutado

1**2****3****4****5****6***Estranho*

1 – Nada estranho

☐☐☐☐☐☐

6 – Muito estranho

1**2****3****4****5****6****3. Gosto***Acidez*

1 – Nada ácido

☐☐☐☐☐☐

6 – Muito ácido

1**2****3****4****5****6***Doce*

1 – Pouco doce

6 – Muito doce

1

2

3

4

5

6

Estranho

1 – Nada estranho

2 – Muito estranho

1

2

3

4

5

6

4. Apreciação global

1 – Muito desagradável

6 – Muito agradável

1

2

3

4

5

6

5. Intenção de compra

1 – Não compraria de certeza

6 – Compraria de certeza

1

2

3

4

5

6

COMENTÁRIOS:

OBRIGADA PELA COLABORAÇÃO!